técnica

924

associação dos estudantes do instituto superior técnico

janeiro 1963

revista de engenharia

CIMENTO SECIL

SECIL

Fábrica:

Outão — Setúbal

Telef. 228824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

LISBOA 2

Telef. 328201/2/3

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

materiais novobra
EM BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

PAVIMENTOS
COBERTURAS
VIGAS DE GRANDE VÃO
ASNAS
PERFIS

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS NOVOBRA, LDA.
AV. ESTADOS UNIDOS DA AMERICA, LOTE 3, 5.º D. TELEF. 774832/766446 LISBOA-5

TÉCNICA

Ano XXXVIII - N.º 324 Janeiro de 1963

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

CORPO REDACTORIAL

J. M. VIEGAS GONÇALVES
A. ROMÃO DIAS
J. F. GOMES DE PINA
A. M. L. ESTEVES BRINCA

NUMERO AVULSO 15$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	37$50	60$00	110$00
Ultramar Português e Espanha	—	85$00	120$00
Estrangeiro	—	70$00	130$00

PUBLICAÇÃO PERIÓDICA

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Fábrica de Ácido Nítrico UFA — Lavradio

O novo arranjo gráfico da capa, premiado no recente concurso de capas para a *Técnica*, é da autoria de Carlos J. Santos Gomes, estudante da E. S. B. A. L.

Págs.

Metalógica da decisão
Por António Gouvêa Portela 239

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional** . 242 e 274

Um Princípio de Sobreposição — Expressão geral da Energia de Fragmentação
Por José Quintino Rogado 243

Sobre o uso de sequestrantes nas separações por precipitação
Por J. J. Fraústo da Silva e J. Gonçalves Calado 269

Dimensionamento de um oscilador mecânico de alta frequência por corda vibrante
Por Jorge Neves da Silva 275

Princípios do cálculo à rotura em materiais homogéneos — metais dúcteis
Por Artur Ravara 281

Cargas transmitidas pelas lajes armadas em cruz às vigas que as suportam (Método das bissectrizes)
Por Fernando José Silva de Mendonça 293

Do Mundo Técnico 297

Biblioteca 299

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

Pág.

A

Agência Comercial, Lda. IX
A. Johnson & Co (Portugal), Ltd. . . XXXII
Agro-Mecânica XXVII
Asea Eléctrica Ld.ª XXIX

C

CUF — Centro de Projectos XV
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VIII
Companhia Cimento «Tejo» XXXV
Companhia Portuguesa de Trefilaria XXVI
Companhia União Fabril XIV
Construções Técnicas, Ltd.ª XXV
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VI e XXXIV

E

Electro-Arco, Ltd.ª . . . . . 2.ª da capa
EFACEC XXIV
Empresa Electro Cerâmica XXXIII
Empresa de Produtos Asfálticos. . . X
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XI
Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações XXIV
Eng.º Augusto Cavaco XXXIII
Estores Sunway XVIII

F

Fábrica Portugal II
Fanafel XVI
Fluitherma XVII

G

Gomes de Castro & Irmão, Lda. . . XVII

H

Harker Sumner & C.ª, Ltd. XXXVII

I

Impermeábilis XXVI
Isolux, Lda. IX

Pág.

J

Jayme da Costa, Lda XIX

M

Mobil Oil Portuguesa . . . . . 4.ª da capa
Monteiro Gomes, Ltd.ª IV

O

Orlando Fernandes XVI

P

Papelaria Fernandes XXIII
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

Q

Química Hoechst, Limitada XXIX

S

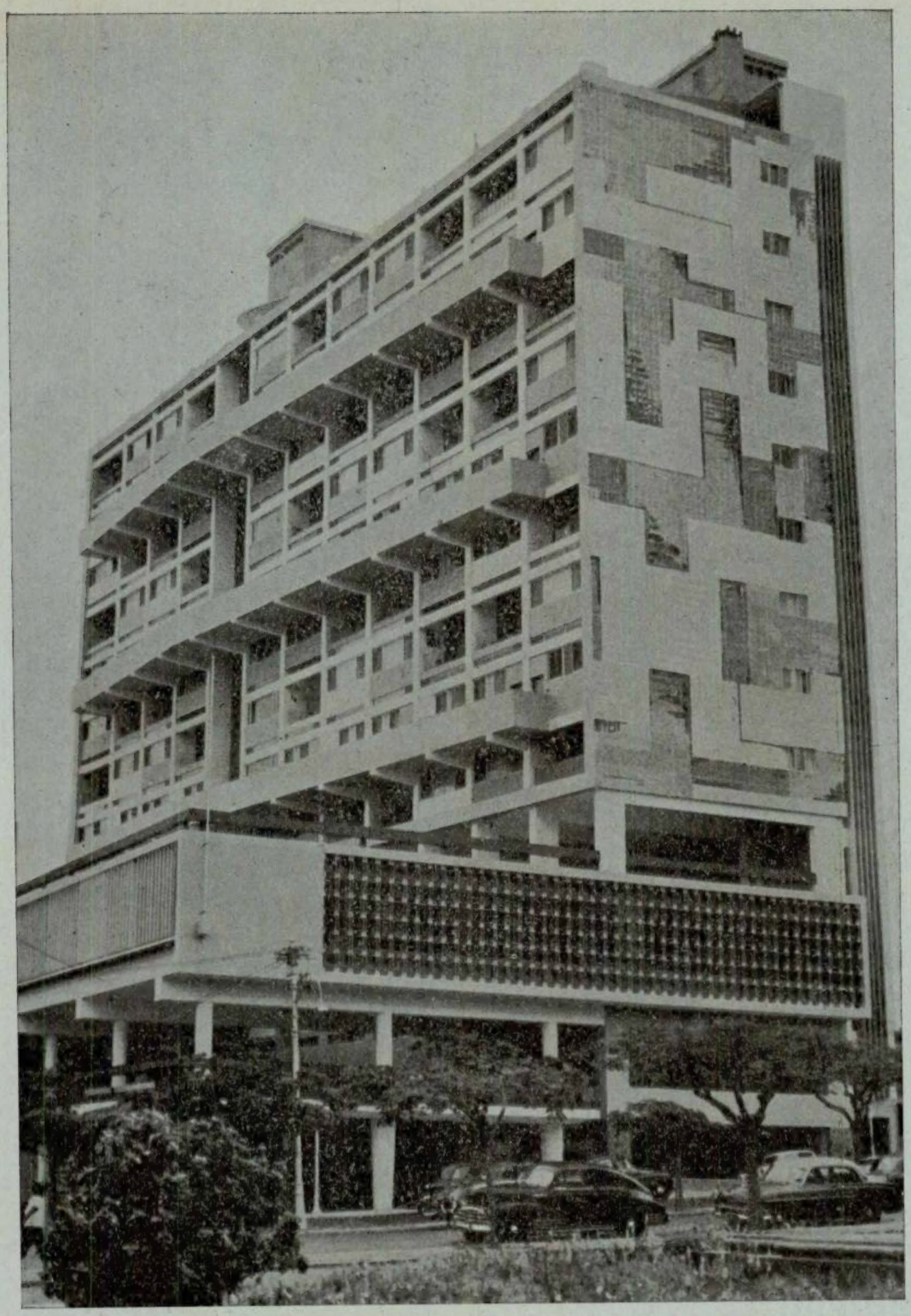
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XIII
Siemens XXI
Soabal, Ltd. XII
S. Com. de Isolamentos de Cortiça XXXI
Soc. Comercial Romar, Lda. XXII
Sociedade de Construções Amadeu Gaudêncio XXXI
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Société Louis de Roll V
Sociedade Comercial Luso-Italiana XXXVI
Sociedade Portuguesa Cavan VIII
Socied. Portuguesa de Válvulas, Ld.ª XX
Sondagens Ródio, Ltd.ª XXXIII
Standard Eléctrica VII

V

Vasco Pessoa, Lda. XXIX

W

Wild Portugal, Lda. XXVIII



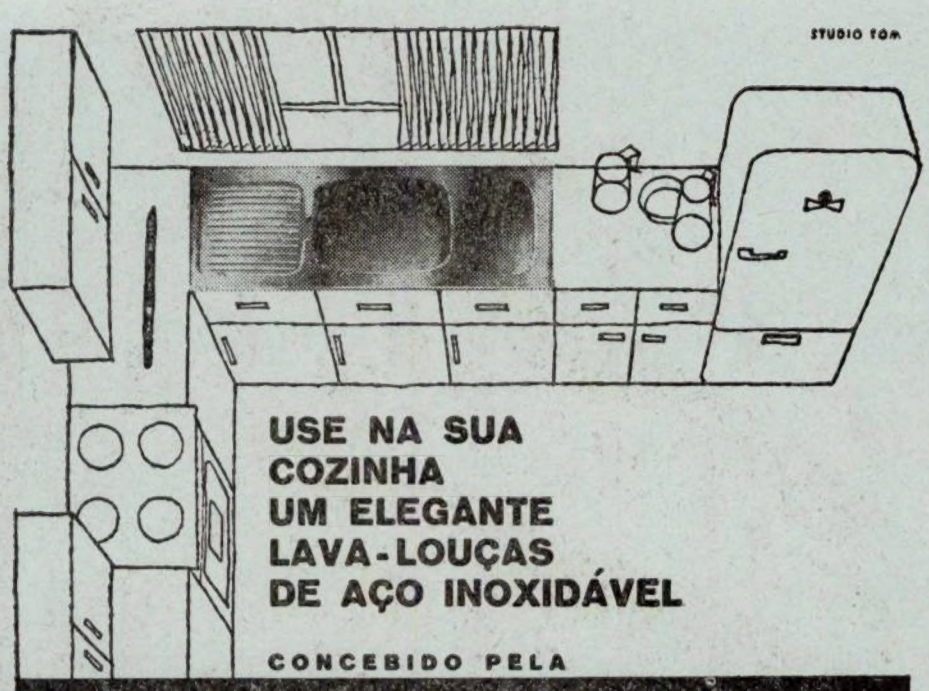
Montepio de Moçambique — Lourenço Marques

Assente sobre
ESTACAS FRANKI

Sociedade Construtora Portuguesa, Lda.

PRAÇA DO AREEIRO, n.º 9, 4.º-Esq. — LISBOA — TEL. 72 60 61 e 72 99 11

Av. da República — Prédio Santos Gil, 6.º-10 — Lourenço Marques — Telef. 91167

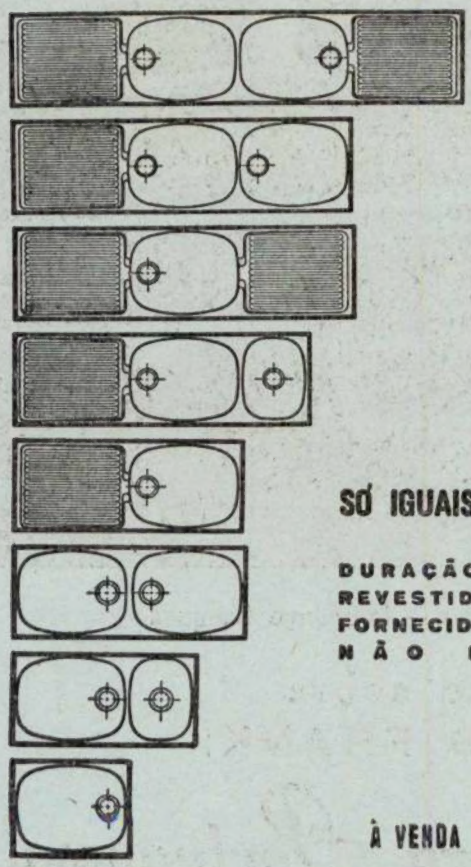


USE NA SUA COZINHA UM ELEGANTE LAVA-LOUÇAS DE AÇO INOXIDÁVEL

CONCEBIDO PELA

FABRICA PORTUGAL

PARA MODERNIZAR OS LARES DE PORTUGAL



APRESENTADOS EM

8 MODELOS

"STANDARD"

EXECUTAM-SE FORA DE SÉRIE, MODELOS ESPECIAIS PARA GRANDES INSTALAÇÕES

SÓ IGUAIS AOS MELHORES ESTRANGEIROS

DURAÇÃO ILIMITADA • HIGIÉNICOS
REVESTIDOS DE ISOLAMENTO ESPECIAL
FORNECIDOS COM SIFÃO DE SEGURANÇA
NÃO PARTEM A LOUÇA

À VENDA NAS BOAS CASAS DA ESPECIALIDADE

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

QUASE 40 ANOS
AO SERVIÇO DA
ENGENHARIA PORTUGUESA

GRANDE SORTIDO
DE INSTRUMENTOS DE
PRECISÃO, CIENTÍFICOS
E INDUSTRIAIS

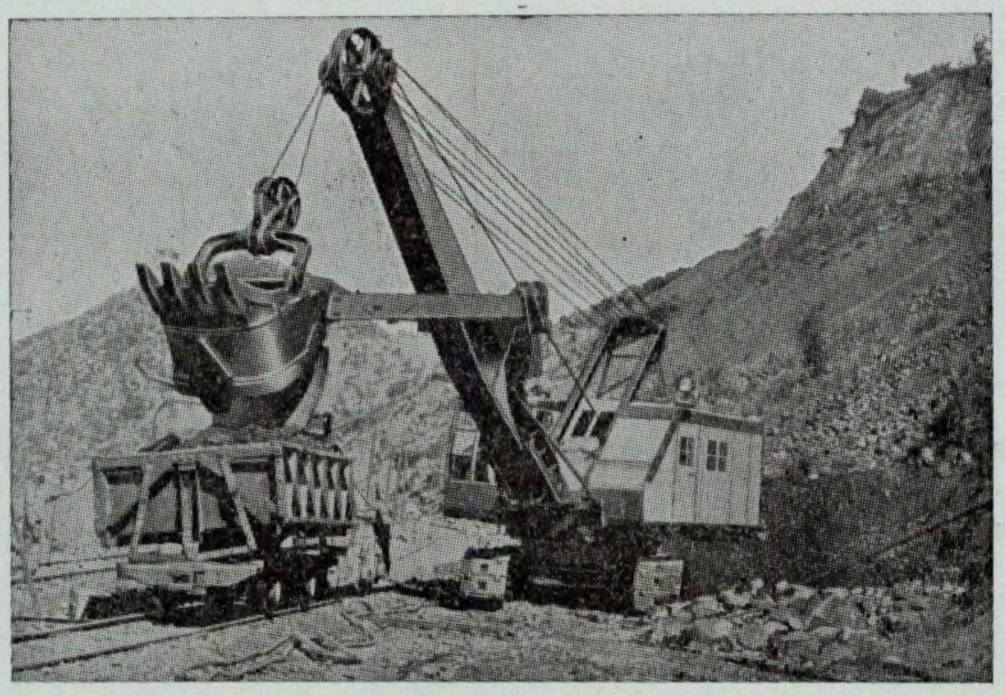
RUA DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75
LISBOA
TELEF.: 32 43 14 — 32 42 48 ✦ TELEG.: TECNA

RUSTON-BUCYRUS, LTD.

E

BUCYRUS-ERIE & CO.

Modelos de 3/8 a 36 jardas cúbicas



As escavadoras de reputação mundial mais utilizadas no território português

Stock permanente de peças sobressalentes
Oficina de reparações
Técnicos e mecânicos especializados
Ensino e treino de operadores

Representantes exclusivos para Portugal Continental e Ultramarino

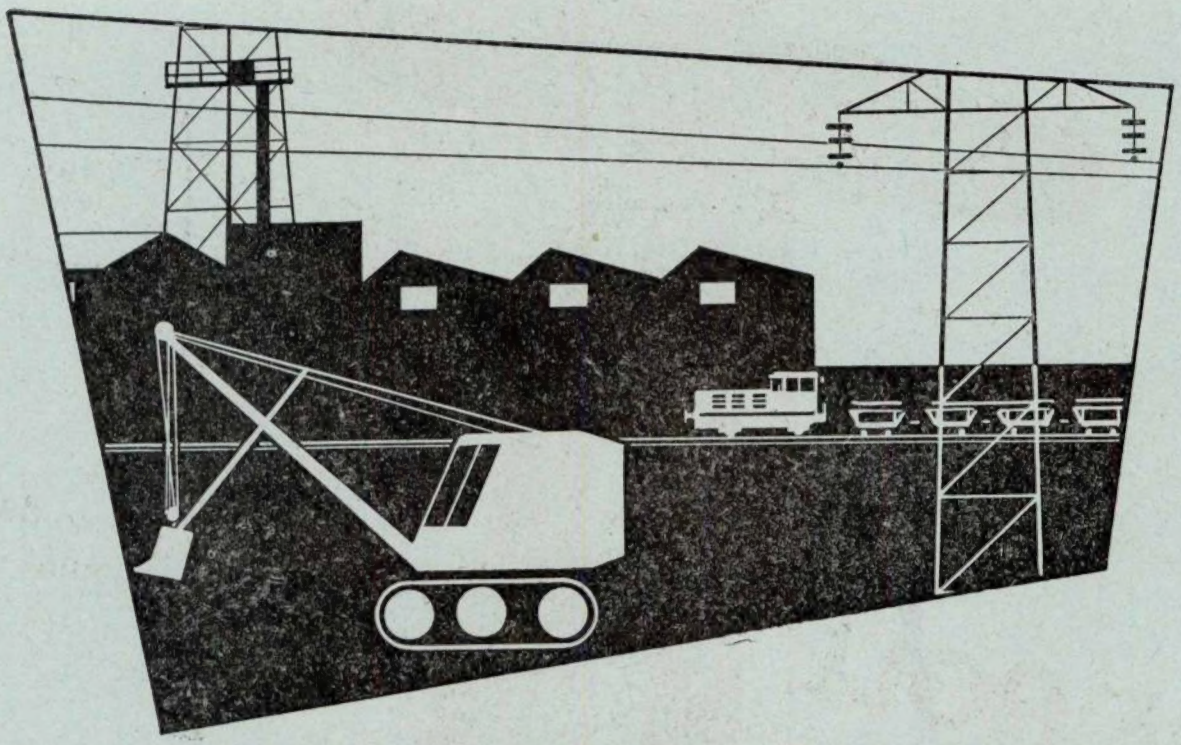
MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Rua Cascais, 47 (Alcântara)

LISBOA

PORTO LUANDA LOURENÇO MARQUES

Válvulas de cunha, para vapor
Placas de obturação articuladas sobre uma esfera. Estanqueidade permanente
1 Válvulas de passagem
Sede de estanqueidade e haste de aço inoxidável
2 Válvulas para matérias pastosas
Sem necessidade de conservação (sem prensas-estopa nem tampas de limpeza)
3 Válvulas de sede oblíqua
para ácidos. Liga cromo-niquel-molibdeno
4 Válvulas de membrana de borracha
Sem prensa-estopa
5 Válvulas de macho
Com elevada resistência aos ácidos
6 Válvula de cunha. Sem prensa-estopa
à frente no progresso da construção de válvulas
DE ROLL
Klus (Suiça)
Representantes em Portugal:
Socotel, Lda.
Rua Sá da Bandeira, 651-4°, Porto
Tel. 27013
1
2
3
4
5
6



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS, ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS · ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E INDUSTRIAL

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO

Standard Electrica S.A.R.L.

Associada da

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORPORATION

DE NOVA YORK

TELECOMUNICAÇÕES

ELECTRÓNICA

AV. DA INDIA — LISBOA

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 66 61 86 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

✱

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

✱

RUA D. ESTEFÂNIA, 94-A
TELEF. 47812-50129
LISBOA

Bombas centrífugas «PACIFIC»

Construídas por

Batignolles - Chatillon

Especialmente destinadas para:

— Petróleos
— Indústrias químicas
— Construções navais
— Centrais eléctricas
— Alimentação de caldeiras
— Etc., etc.

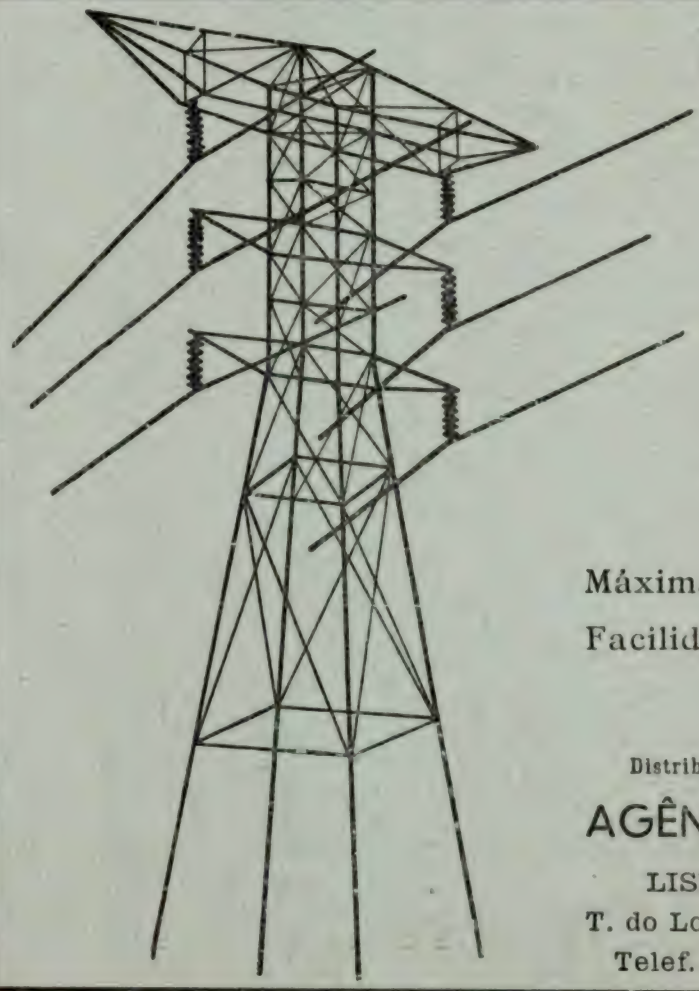
Sob as condições de funcionamento seguintes:

— Débitos: 1 m³/h a 10.000 m³/h
— Pressões: altas e baixas
— Temperaturas: −180° C + 500° C
— Líquidos: corrosivos ou não

Para estudos e orçamentos, consultar o representante em Portugal:

CIDEX — Comércio Internacional
e Representações Industriais, Lda.

Av. Casal Ribeiro, 46-2.º/Telef. 73 53 07/LISBOA 1



METALIZAÇÃO A FRIO

NEODON

NEODON + ZINCO =
NEODONZINKGRUND

Máxima protecção
Facilidade de aplicação

Distribuidores exclusivos:

AGÊNCIA COMERCIAL, L.DA

LISBOA
T. do Loureiro, 3
Telef. 4 90 54

ÉVORA
R. da República, 93
Telef. 2 33 63

Celulite

ISOLAMENTO TÉRMICO DAS CONSTRUÇÕES

PAVIMENTOS
*
TECTOS
*
PAREDES
*
CÂMARAS FRIGORÍFICAS
*
ISOLAMENTOS INDUSTRIAIS

Terraços e pavimentos isolados com CELULITE no edifício da Comp.ª de Seguros Fidelidade — P. das Águas Livres — Lisboa

SETH, LDA. • RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.° • TEL. 73 01 56 — LISBOA

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

TELEF. 73 0156 TELEG. EPALDA — LISBOA

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
IMEPA
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.° - LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

CAMPANHA DO OFFSET

Devido a um súbito crescimento do número das suas publicações, encontra-se a Secção de Folhas da Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico, em sérias dificuldades para corresponder ás necessidades de elementos de estudo de todos os alunos da Escola.

De facto a Secção não estava preparada para tão grande volume de trabalho, não conseguindo editar as suas obras com a brevidade exigida, e por isso inúmeros alunos foram forçados ou a coligir apontamentos integrais das aulas ou a servir-se de antigas edições da Secção, algumas já bastante desactualizadas. Ficou assim determinada, por razões evidentes a necessidade de equipar a nossa Secção com um sistema que satisfizesse o presente e o futuro.

A comissão encarregada de estudar este grave problema teve de considerar não sòmente o aumento de capacidade de impressão, mas ainda a possibilidade da edição de monografias e livros técnicos.

Optou-se então pelo sistema de Offset que garante execução perfeita, rapidez e notável economia.

A título de curiosidade podemos afirmar que a máquina que equipará a nossa Secção, permite a impressão de 16000 folhas de formato A_4 por hora, enquanto o actual duplicador apenas 5000.

A comissão de estudo visitou o L.N.E.C. onde procurou esclarecer-se sobre a execução de matrizes e funcionamento de máquinas Offset, reuniu propostas das principais casas vendedoras, inteirando-se de todas as questões técnicas relativas á sua instalação na Secção.

Chegou-se finalmente ao momento de compra da máquina. Mas como efectuar essa compra se necessitamos de uma verba de 130.000 escudos correspondente ao custo total do equipamento?

A solução está em todos nós, alunos e engenheiros, em todos os que querem ver a Engenharia Nacional no plano que lhe está destinado. É nesse sentido que vos resumimos as nossas necessidades, o nosso trabalho, o benefício de que todos poderemos vir a auferir.

A Direcção da A.E.I.S.T. contribuiu com significativa importância e já muitos alunos o fizeram também; esperamos agora que todos, corpo docente e discente da nossa Escola, engenheiros e empresas venham cooperar nesta iniciativa concorrendo para que o Offset seja mais um valioso auxiliar no desenvolvimento de uma literatura portuguesa de Engenharia, e um meio que proporcionará melhor material didático e uma consequente elevação do ensino em Portugal daquele ramo do saber, servindo não só a nossa Escola mas se possível toda a Universidade Portuguesa.

A Direcção da A.E.I.S.T. agradece desde já o bom acolhimento para o presente pedido e subscreve-se com as mais cordiais

Saudações Académicas

Recebem-se contribuições na sede da A.E.I.S.T.

Impresso em OFFSET

A grande marca italiana

Representantes em Portugal

TELECTRA

EMPRESA TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S. A. R. L.

Rua Rodrigo da Fonseca, 103, r/c
LISBOA — Tel. 68 60 72

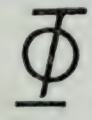
Rua Sá da Bandeira, 766-1.º E.
Tel. 2 48 18 — PORTO

AÇO TOR

O AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO COM
MAIOR VENDA NO MUNDO

TENSÃO DE SEGURANÇA 2.400 Kg/cm²
SEM GANCHOS

Especifique
AÇO TOR
com o símbolo



SOABAL – SOCIEDADE DE AÇOS PARA BETÃO ARMADO, LDA.
RUA JOAQUIM BONIFÁCIO, 2, 1.º — TELEF. 4 05 66 — LISBOA

TÉCNICA

CORPO REDATORIAL: J. M. VIEGAS GONÇALVES, A. ROMÃO DIAS, J. F. GOMES DE PINA, A. M. L. ESTEVES BRINCA

Ano XXXVIII — N.º 324 Janeiro de 1963

C. D. U. 159.955 : 167

METALÓGICA DA DECISÃO

POR ANTÓNIO GOUVÊA PORTELA

PROF. (I. S. T.)

Aquele que tiver de assumir a responsabilidade ou sofrer as consequências de uma decisão por ele tomada, procura que a informação colhida, respectiva escolha e sua ponderação, conduzam ao resultado final esperado.

O problema é encarado sob a perspectiva de um ser humano que dispõe de meios e de tempo que não são ilimitados.

Como se verá no final, a decisão implica um erro intrínseco não susceptível de ser anulado quando os meios e o tempo são limitados.

No domínio da decisão este erro intrínseco introduz uma incerteza fundamental que cresce, aliás, com a exiguidade dos meios e do tempo ao dispor de quem decide.

O que adiante se discute, são os fundamentos sobre os quais se pode còmstruir uma lógica da decisão e este foi o motivo de se entitular o artigo de metalógica da decisão.

Atributos e entes:

Designaremos por *entes* a todas as parcelas do Universo objectivo (ou subjectivo).

A cada *ente* correspondem um número infinito de *atributos*.

Um *atributo* entende-se como uma forma de interacção entre *entes* e o conjunto de todos os atributos constituem outro Universo igualmente infinito.

Classificar *entes* consiste em os agrupar pelos seus *atributos*.

Podem igualmente classificar-se os *atributos* pelos *entes* que os possuem.

Há pois uma Dualidade entre os universos dos atributos e dos entes. Da mesma forma que em linguagem corrente existe uma Dualidade entre o substantivo e o adjectivo.

Comparação e Igualdade:

Não há pròpriamente *entes iguais*, porque possuindo estes infinitos atributos, a probabilidade de que, num conjunto finito de entes, haja dois entes com uma infinidade de atributos iguais é pràticamente nula.

O que pode haver é *entes* que possuem um número *finito* de atributos iguais e então dizem-se iguais à luz desses atributos escolhidos.

Portanto, é necessário prèviamente efectuar uma escolha no universo dos atributos de um *conjunto finito* que vai servir para comparar os entes em exame ou, o que é o mesmo, escolher, num conjunto finito de entes, aqueles que possuem o conjunto finito de atributos escolhidos.

Noção finalista da escolha:

A escolha referida envolve um conceito de *finalidade* que fica fora do domínio da operação da escolha.

Podia arguir-se que a escolha dos atributos poderia ser feita ao acaso, mas então a comparação feita, só por acaso, igualmente, poderia ser útil ao interessado na escolha.

Adopção de critérios:

Admitamos então que a escolha dos atributos foi feita e construiu-se o «quadro de atributos». Com base nesse quadro de atributos comparam-se os entes em estudo.

Esses entes satisfazem com certeza ao «quadro de atributos» se a operação tiver sido executada correctamente, mas não satisfazem necessàriamente à finalidade em vista.

Provàvelmente no conjunto finito de entes onde foi dado escolher é pequeno o número daqueles que satisfaz ao «quadro de atributos», mas a finalidade que nos levou a adoptar um determinado «quadro de atributos», em geral, é satisfeita por diversos outros quadros de atributos (veja-se infinitos).

Isto é, não há apenas um «quadro de atributos» que satisfaz a finalidade, mas sim vários, e, em geral, infinitos.

Se todos os atributos tivessem a mesma métrica seria possível comparar entre si os vectores de atributos, mas em geral a cada atributo corresponde uma grandeza distinta e com métrica própria. É mister portanto introduzir um conceito de equivalência de atributos.

Esta equivalência é particular e adequada à Finalidade perseguida.

Ponderação de atributos

Conhecida a *finalidade* da *comparação* haverá que classificar os atributos em

— necessários

— ponderáveis

os *necessários* são de fácil tratamento porque autorizam uma determinação simples a saber: ou o ente possui ou não o atributo e isto permite, duma forma clara, separar os entes em duas classes.

Os *ponderáveis* são os atributos a que está ligado um conceito de *quantidade*.

Quanto aos «atributos ponderáveis» pode a *finalidade* em *vista* exigir apenas que o ente possua certa quantidade mínima, máxima ou até uma quantidade determinada desse atributo; tais atributos comportam-se como «atributos necessários» e o seu tratamento já foi indicado em cima.

Noutros casos porém faz-se depender a quantidade de um atributo das quantidades de outros atributos.

É este último caso que conduz à introdução do conceito de *critério*, porque envolve uma operação de *ponderação*, operação efectuada através de um conceito de equivalência.

Critérios de escolha:

A finalidade perseguida além de implicar a definição do «quadro dos atributos» envolve a preposição de um critério para comparar quantidades de «atributos ponderáveis» entre si, isto é, terá de ser formulado uma função *critério* (C), função do vector dos atributos ponderáveis (P).

$$C = C\ (P)$$

A função critério, para que seja satisfatória, possuirá certas propriedades nomeadamente: A cada P corresponde um só C, embora a recíproca não tenha de ser verdadeira necessàriamente.

Em resumo, para comparar *entes* é necessário ter uma *finalidade* em vista e a partir dela definir;

Um quadro de atributos
Um critério da escolha dos atributos ponderáveis

Correlação da finalidade com os atributos:

Não ficou porém indicado como se passa da *finalidade* para esse quadro e critério.

Examinemos esta operação mais em pormenor:

A finalidade F a atingir será um *ente* (objectivo ou subjectivo) que se pretende criar.

Esse ente terá infinitos atributos, o que exige, como primeiro trabalho, definir, no domínio dos infinitos atributos, um conjunto finito. Essa operação é necessàriamente, *criteriosa*, isto é, admite-se que esse quadro finito de atributo caracteriza com um rigor suficiente (que é aqui a nova finalidade) o *ente F* (que é a primeira finalidade a atingir).

Novamente teremos de definir um *quadro de atributos* e um critério (minimizar o erro por exemplo) para definir F — Finalidade primeira a atingir.

Será fácil de ver que este processo é ilimitado.

A circunstância de se ter restringido o número de atributos, para tornar realizável a comparação, aumentou o número de operações que tenderá para infinito, isto é, haverá sucessivas finalidades, F_1, F_2, . . . que vão definir outros tantos quadros de atributos e critérios.

Processo dinâmico:

Sob o ponto de vista formal o problema não oferece uma solução simples, pois envolve infinitas operações.

Nestas condições, ocorre recorrer a um método de aproximações sucessivas e procurar-se-á torná-lo convergente.

Admitamos então que se propõe um primeiro complexo $(Q, C)_1$, quadro-critério, para atingir uma finalidade F_1, e um segundo complexo $(Q, C)_2$ para atingir a finalidade F_2 e assim sucessivamente até uma ordem *n* número finito e considerado à priori suficiente para resolver determinado problema.

Posto isto, efectuemos a classificação dos entes e respectiva ordenação que satisfazem à série $(Q, C)_i$; desde 1 a n.

Escolhamos o ente que está à cabeça da classificação.

Tomada esta *decisão*, passemos à *execução*, isto é, transformemos a decisão numa jogada.

Então o processo evoluirá em determinado sentido e atingirá um novo equilíbrio que satisfará mais ou menos a finalidade F_1 bem como todas as restantes $F_2 \ldots F_n$. Sejam $F'_1 \ldots F'_n$ os valores atingidos que são, em geral, diferentes de $F_1 \ldots F_n$.

Os desvios encontrados constituirão um critério para apreciar da bondade dos complexos $(Q, C)_i$ escolhidos e até a das finalidades F_i propostas.

Esta forma de proceder é dinâmica e experimental e é a única possível para resolver um problema cuja extensão seria infinita conforme proposta de início.

Resumindo:

Escolher e decidir são objectivos que só aproximadamente se podem atingir e onde um *erro intrínseco* é inevitável.

Portanto legitimam-se métodos relativamente expeditos, pois o preço duma escolha que habilite a uma decisão mais perfeita se torna por vezes incomportável, pelo número elevado de operações que implica.

A dificuldade resultou de necessidades de limitar o número de atributos que caracterizam os entes, da escolha apriorística dos critérios de ponderação e finalmente de reduzir a um número finito o número de operações, uma vez que se dispõe de um tempo limitado para decidir.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 °/₀ dos totais do País.*

I — Breve nota mensal

No aspecto hidrológico, o mês de Novembro apresentou-se, no conjunto, muito abaixo da média.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1961	1962	Variação °/₀
Produção hidráulica (P_h) . . .	306,8	282,6	— 8
Produção térmica (P_t)	0,0	25,5	—
Produção total (P_T)	306,8	308,1	0
Exportações (Ex)	2,2	0,0	— 100
Importações (I)	2,1	0,0	— 100
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) . .	56,2	32,0	— 43
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (¹)	250,5	276,1	+10,2 (³)

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

	1961	1962	Variação °/₀
Produção hidráulica (P_h) . . .	3018,6	3210,7	+ 6
Produção térmica (P_t)	59,6	105,0	+ 76
Produção total (P_T)	3078,2	3315,7	+ 8
Exportações (Ex)	0,4	0,0	— 100
Importações (I)	0,3	0,6	— 74
Produção para consumo não perman. (P_{cnp}) . .	659,7	622,0	+ 6
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (¹)	2418,4	6694,3	+11,4 (³)

NOTAS:

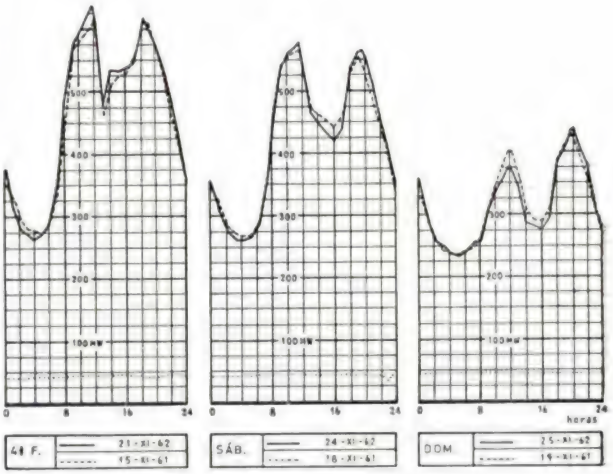
(1) A produção para consumos permanentes (P_{CP}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{CP} = P_T - P_{cnp} + 1 - E_X$

(2) O aumento percentual de produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é de 11,4 °/₀.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira: 15-11-961	4.ª feira: 21-11-962
Produção hidráulica (P_h) — MWh	11232	10286
Produção térmica (P_t) — MWh . .	0	1160
Produção total (P_T) — MWh . . .	11232	11446
Trocas com Espanha { Exportações MWh .	0	0
Trocas com Espanha { Importações MWh .	0	0
Produção para consumos não permanentes — MWh	1839	968
Potência máxima MW	615,5	637,0
Potência mínima MW	274,0	265,0
Utilização da ponta (U) — horas	18,2	18,0
Factor de carga (x)	0,76	0,75
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,45	0,42

NOVEMBRO



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês GWh	No fim do mês °/₀ (¹)
Paradela	0,0	0,0
Venda Nova	17,1	13,4
Salamonde	7,7	27,9
Caniçada	14,7	44,4
Cabril	69,2	20,4
Castelo do Bode	77,0	47,2
Guilhofrei	0,7	8,4
Lagoa Comprida	10,3 (²)	30,3
Santa Luzia	13,4	21,8
Pracana	4,5	34,9
Póvoa	4,3 (³)	35,6
Total . . .	218,9	21,0

Notas:

(¹) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(²) Inclui 1,4 GWh armazenados em Vale do Rossim no fim do mês.

(³) Inclui 0,6 GWh armazenados no açude do Poio no fim do mês.

MAGUE

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS MAGUE, L.DA

(S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA)

Alverca — Portugal

Aspecto do invólucro espiral de uma das 3 turbinas «Francis» de 120.000 CV destinadas à Central de Bemposta, construídas por Construções Metalomecânicas «MAGUE», S. A. R. L., segundo projecto e licença dos Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey, S. A.

PROJECTO E FABRICO DE

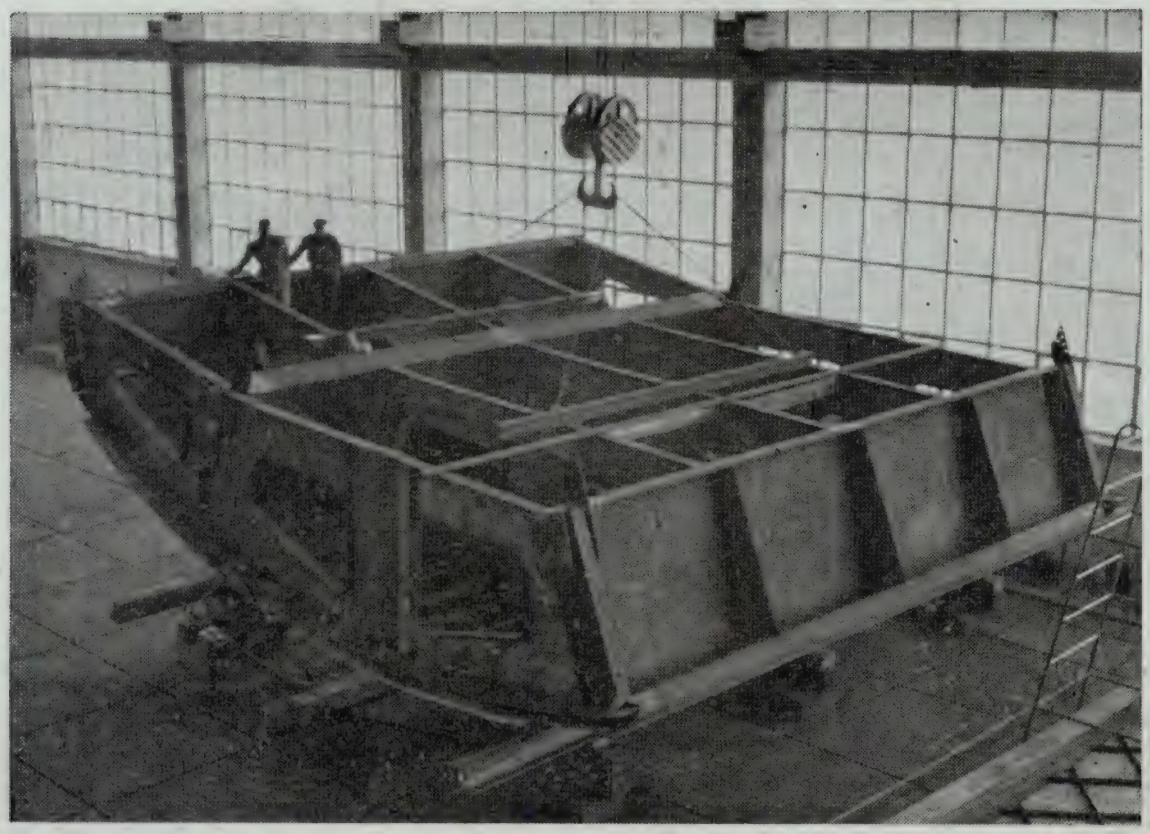
PONTES ROLANTES

GUINDASTES

GRUAS. DERRICKS E GUINCHOS

APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS

CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS



COMPORTA DE DESCARGA AUXILIAR

AÇOS VAZADOS — FERROS FUNDIDOS
MECÂNICA MÉDIA E PESADA
CONSTRUÇÕES METÁLICAS

comportas
turbinas
condutas forçadas
reservatórios sob pressão
permutadores de calor — (Licença KELLOGG)

REDUTORES DE VELOCIDADE

DIVISÃO METALO-MECÂNICA

COMPANHIA UNIÃO FABRIL

AV. 24 DE JULHO, 170 — LISBOA 2 — TELEFONES 67 04 21 E 67 20 61 — TELEGRAMAS: METALOFABRIL

C. D. U. 622.731

UM PRINCÍPIO DE SOBREPOSIÇÃO

(Expressão Geral da Energia de Fragmentação)

POR JOSÉ QUINTINO ROGADO

Professor do I. S. T.
Bolseiro do I. A. C.
Director do Laboratório de Preparação de Minérios da C. E. E. N.

1. INTRODUÇÃO

Em 1956, socorrendo-se da função interpoladora de Schumann-Gaudin e baseando-se na relação diferencial de PERRY (1950) para a energia trocada durante a fragmentação, estabeleceu CHARLES (1957) expressão analítica finita para aquela energia, a qual pôde experimentalmente verificar ser boa aproximação em numerosos casos.

Contudo, referindo-se a dedução de Charles a um caso particular e carecendo de bases físicas, a relação a que conduziu só é válida, em rigor, dentro de domínio restrito e não apresenta maior interesse do que as anteriormente apresentadas (ROGADO, 1958).

Com efeito, vejamos o raciocínio de Charles:

Sendo F (x) o cúmulo inferior correspondente ao calibre x do conjunto final de partículas que se obteve em determinada fragmentação, e sendo $dE = -C\frac{dx}{x^n}$ (C e n constantes com x) a relação diferencial de Perry, a energia trocada para criar a quantidade $\partial F(x)$ do conjunto final, seria

$$\partial E = -C\int_x^m \frac{dx}{x^n}\cdot\partial F = \frac{C}{n-1}\left[\frac{1}{m^{n-1}} - \frac{1}{x^{n-1}}\right]\partial F, \qquad (1)$$

onde m é o calibre médio do intervalo do conjunto inicial responsável pelo aparecimento, no conjunto final, do intervalo de calibre $(x, x + dx)$, de valor médio $\bar{x}$ cuja frequência é $\partial F(x) = f(x)\,.\,\partial x$.

Assim sendo, a energia total dispendida na criação do conjunto final seria

$$\Delta E = \frac{C}{n-1}\int_{x_0}^{L}\left(\frac{1}{m^{n-1}} - \frac{1}{x^{n-1}}\right) f(x)\,\partial x\,, \qquad (2)$$

onde x_0 e L são, respectivamente, os calibres mínimo e máximo do mesmo conjunto.

A particularização admitida por Charles consiste em realizar a integração do segundo membro de (2) supondo m constante o que só é válido se o conjunto inicial for de calibre uniforme.

Pode, contudo, pensar-se que há qualquer interesse em calcular o integral do segundo membro de (2) suprimida a restrição introduzida por Charles, isto é, considerando m variável.

De facto, assim não acontece, porque neste caso, aquele integral não tem significado. Com efeito, no intervalo de calibre $(x, x + dx)$ do conjunto final existem partículas que podem ter provido, por fragmentação, de variados intervalos de calibre do conjunto inicial e, portanto, o limite superior do integral do segundo membro de (1) não é bem determinado.

Quer dizer, o método seguido por Charles não é sequer aplicável no caso geral que, aliás, é o que mais comummente ocorre na experiência, porque esbarra com uma indeterminação quanto à origem dos indivíduos que ocorrem no conjunto final.

O problema que se pode pôr é, pois, levantar a indeterminação subjacente no processo de fragmentação. Ou por outras palavras, encontrar a forma correcta de somar as parcelas de energia consumida na fragmentação de cada indivíduo do conjunto inicial. Já algures referimos (NAIQUE, 1960) que a granulometria do conjunto final

exprime toda a *história* do processo de fragmentação a partir das condições iniciais. Mas também é certo que a exprime de forma desordenada, não revelando por si só a origem de cada intervalo de calibre. Para tanto, será necessário introduzir critério ordenador compatível com as leis do fenómeno. É o que se consegue admitindo um *princípio de sobreposição de efeitos.*

Este princípio foi por nós estruturado durante 1959 e a sua primeira verificação experimental iniciou-se no mesmo ano e continuou nos de 1960, 61 e 62 (1).

2. PRINCÍPIO DE SOBREPOSIÇÃO

2.1. *Definição*

Princípios de sobreposição de efeitos são frequentemente utilizados na estruturação das ciências concretas. São válidos dentro de certas condições; fora delas representam aproximações mais ou menos grosseiras.

Nas máquinas de fragmentação, uma multidão de indivíduos, que constitui o conjunto inicial, sofre esforços suficientemente elevados para fracturar. Esforços esses que são provocados, quer pela acção dos órgãos de fragmentação da máquina, quer pela interacção entre os indivíduos presentes. Todavia, em certas máquinas (moinhos de bolas ou varas em condições normais de trabalho, britadeiras de maxilas ou giratórias, moinhos de rolos em regime livre, moinhos de martelos, etc.) pode admitir-se que *cada intervalo de calibre de amplitude físicamente pequena se fracturará como se evoluisse isolado dentro da máquina e de forma que dependerá apenas da natureza e estado dos indivíduos que o constituem, das características da máquina onde a operação se realiza e da sua duração.* Posto isto, se for conhecida a granulometria que, em dadas condições e para certa máquina, determinado intervalo de calibre produz ao fragmentar-se, a granulometria do conjunto final obtido nas mesmas condições e máquina, *não será mais que a sobreposição (adição) das granulometrias produzidas por cada intervalo de calibre presente no conjunto inicial.* Este é o *Princípio de Sobreposição* a que nos vimos referindo.

À sua custa é, não só possível prever a granulometria do conjunto final, como também, conhecida a granulometria inicial e as granulometrias produzidas por cada intervalo de calibre (granulometrias elementares) e a energia consumida na fragmentação de cada um deles, calcular a energia total necessária para se obter o conjunto final.

Vejamos a seguir como se pode estruturar o Princípio de Sobreposição socorrendo-nos do cálculo matricial.

2.2 *Estruturação analítica*

Traduziremos analìticamente o Princípio de Sobreposição na base de frequências ponderais (ou percentagens em peso), e não na base de frequências numéricas, porque aquele modo de proceder é o mais directo.

Suponha-se conhecida a distribuição granulométrica do conjunto inicial, como mostra o Quadro I.

QUADRO I

Distribuição granulométrica do conjunto inicial

Intervalos de calibre	Classes de calibre	Frequências ponderais
(x_0, x_1)	1	a_1
(x_1, x_2)	2	a_2
.	.	.
.	.	.
.	.	.
(x_{q-1}, x_q)	q	a_q

Este quadro é uma matriz coluna de elementos a_i. Representemo-la por $A = (a_i)$ e chamemos-lhe *matriz alimentação.* É, evidentemente,

$$\sum_{i=1}^{q} a_i = 1 \qquad (3)$$

Após determinada fragmentação, obtém-se um conjunto final cuja distribuição granulométria se exprime pelo Quadro II.

(1) Cabe aqui especial referência ao então bolseiro do I. A C. Sr. Eng. Ramachondra Ananta Naique que, no Laboratório de Preparação de Minérios do I. S. T., cuidadosamente procedeu aos primeiros ensaios de verificação empregando moinho de bolas, cujos resultados vão referidos no Anexo I, e também ao bolseiro do I. A. C. Sr. Heitor Simões Santos que persistentemente os prolongou utilizando moinho de rolos (v. g. Anexo II).

QUADRO II

Distribuição granulométrica do conjunto final

Intervalos de calibre	Classes de calibre	Frequências ponderais
(x_0, x_1)	1	p_1
(x_1, x_2)	2	p_2
.	.	.
.	.	.
.	.	.
(x_{q-1}, x_q)	q	p_q

Este quadro é igualmente uma matriz coluna de elementos p_i. Representemo-la por $P = (p_i)$ e chamemos-lhe *matriz produto*. É, evidentemente,

$$\sum_{i=1}^{q} p_i = 1 \qquad (4)$$

Se a *mesma* operação de fragmentação for realizada sucessivamente com cada um dos sub-conjuntos iniciais que preenchem as classes de calibre já consideradas, as distribuições granulométricas obtidas podem arrumar-se como no Quadro III.

Este quadro é também uma matriz, e até uma matriz canónica. Representemo-la por $R = (r_{li})$ e chamemos-lhes *matriz redução*. É, evidentemente,

$$\sum_{l=1}^{q} r_{li} = 1 \quad (i = 1, 2, \ldots n) \qquad (5)$$

Nestas condições, a expressão analítica do Princípio de Sobreposição traduz-se pela equação matricial

$$P = R \times A \qquad (6)$$

A matriz produto é igual à matriz redução multiplicada pela matriz alimentação, ou

$$p_l = \sum_{i=1}^{q} r_{li}\, a_i \qquad (l = 1 \ldots n) \qquad (6')$$

Este modo de apresentar o Princípio de Sobreposição alia às vantagens do rigor analítico as que resultam da utilização de algoritmo de propriedades bem definidas o que permite aplicar e manusear o princípio com grande facilidade formal.

É oportuno notar que a matriz redução R depende do tipo da máquina de fragmentação, da natureza do sólido a fragmentar e das condições em que a operação se processou (um dos parâmetros de que depende é da duração da fragmentação). É, portanto, plausível que a cada tipo de máquina, trabalhando em condições normais, se possam associar matrizes redução típicas (para materiais duros, médios e brandos) tal qual como, hoje em dia, se lhe associam curvas granulométricas típicas.

3. EXPRESSÃO GERAL DA ENERGIA DE FRAGMENTAÇÃO

Voltemos então à relação (1) que traduz a energia elementar consumida, quando o peso elementar ∂F de calibre médio inicial m, por fragmentação se transforma num conjunto de calibre médio $\bar{x}$.

Visto que os intervalos de calibre que se consideraram na estruturação do Princípio de Sobreposição são fìsicamente pequenos, podemos escrever, válido para qualquer deles:

QUADRO III

Distribuição granulométrica dos produtos provenientes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (l)	Sub-conjuntos (i)					
	(x_0, x_1) a_1	(x_1, x_2) a_2	(x_2, x_n) a_3	. . . . .	(x_{n-2}, x_{n-1}) a_{q-1}	$(x_{n-1}, x_n$ a_q
1	r_{11}	0	0	0	0	0
2	r_{21}	r_{22}	0	0	0	0
3	r_{31}	r_{32}	r_{33}	0	0	0
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
q - 1	$r_{(q-1)\,1}$	$r_{(q-1)\,2}$	$r_{(q-1)\,3}$	.	$r_{(q-1)\,(q-1)}$	0
q	r_{q1}	r_{q2}	r_{q2}	.	$r_{q\,(q-1)}$	r_{qq}

$$\Delta E_i = \frac{C}{n-1} \sum_l \left[\frac{1}{m_i^{n-1}} - \frac{1}{\bar{x}_l^{n-1}} \right] r_{li} \; (i = 1, 2, \ldots q) \tag{7}$$

e, para o conjunto total em fragmentação

$$E = \sum_{i=1}^{q} a_i \Delta E_i = \frac{C}{n-1} \sum_{i,l=1}^{q} \left[\frac{1}{m_i^{n-1}} - \frac{1}{\bar{x}_l^{n-1}} \right] r_{li} \, a_i \tag{8}$$

Para se obter certa simplificação formal, admite-se que qualquer das somas indicadas no segundo membro de (8) tem q parcelas; algumas destas parcelas serão nulas porque:

(i) a matriz redução é canónica;
(ii) podem, nessa matriz, ser nulos os primeiros termos da primeira coluna.

Além disso, se a divisão em intervalos de calibre for feita, como é habitual, à custa de uma série de crivagem normalizada, os calibres médios m_i e $\bar{x}_l$ dos intervalos constituem progressão geométrica decrescente. Seja $\varepsilon < 1$ a respectiva razão.

Será então, atendendo ao Princípio de Sobreposição,

$$E = \frac{C}{\varepsilon\,(n-1)} \left[\sum_{=1}^{q} \frac{a_i}{\varepsilon^{i-2}} - \sum_{i=1}^{q} \frac{p_i}{\varepsilon^{i-2}} \right] \bar{x}^{1-n} \tag{9}$$

Fazendo

$$\lambda_a = \sum_{i=1}^{q} \frac{a_i}{\varepsilon^{i-2}} \tag{10}$$

$$\lambda_p = \sum_{i=1}^{q} \frac{p_i}{\varepsilon^{i-2}}, \tag{11}$$

vem, sendo $\bar{x}_1$ e $\bar{y}_1$ os calibres médios dos intervalos mais graúdos inicial e final, respectivamente, será

$$E = \frac{C}{\varepsilon\,(n-1)} (\lambda_a - \lambda_p) \, \bar{x}_1^{1-n} \tag{9'}$$

ou

$$E = \frac{C}{\varepsilon\,(n-1)} (\lambda_a \, \bar{x}_1^{1-n} - \lambda_p \, \bar{y}_1^{1-n}) \tag{9''}$$

É esta a *relação geral da energia*. Vê-se fàcilmente ser do mesmo tipo da de Rittinger ($n = 2$) da de Bond ($n = 1{,}5$) e da da Comissão para o Estudo da Teoria da Fragmentação (SVENSSON & MURKES, 1957). Engloba assim todas as relações até à data estabelecidas, com excepção da de Kick. Todavia, *foi deduzida sem que houvesse que impor quaisquer restrições às distribuições granulométricas inicial e final, nem tão pouco representá-las por módulos ou médias de estruturação sempre arbitrária.*

A influência das distribuições granulométricas introduziu-se, na relação (9''), por λ_a e λ_p; além disso, as constantes C e n são as que ocorrem na relação elementar (1). A constante C é plausível que traduza o modo como a energia fornecida a determinada máquina de fragmentação se transfere em energia de fragmentação. À constante n poderá atribuir-se o papel de traduzir a natureza do material a fragmentar.

Há, contudo, que esperar por ensaios sistemáticos e suficientemente amplos para esclarecer definitivamente o significado de ambas as constantes.

Sendo, na relação (9''), a energia a diferença de duas parcelas, é-se levado a admitir, pelo menos formalmente, o conceito de energia associada às distribuições granulométricas, conceito que Bond, Carey e Stairmand (ROSE & SULLIVAN, 1952) utilizam. Porém, tal energia associada depende muito provàvelmente do rendimento de transferência da energia, visto que varia com C.

Importa sem dúvida confirmar experimentalmente a relação geral da energia (9''). No que diz respeito ao Princípio de Sobreposição no qual ela se baseia, a sua confirmação experimental está em curso no Laboratório de Preparação de Minérios do Instituto Superior Técnico e já alguns resultados se podem apresentar.

4. VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DO PRINCÍPIO DA SOBREPOSIÇÃO

4.1 — *Ensaios descontínuos de moagem húmida* (ver Anexo I)

Estes ensaios foram efectuados com moinho de bolas laboratorial de 15" × 5" utilizando areia quartzosa proveniente de um areeiro dos arredores de Lisboa. Em todos os ensaios mantiveram-se constantes

(i) o peso da amostra — 1.000 gr;
(ii) a diluição da polpa — 40 % de sólidos em peso;
(iii) a velocidade do moinho — 60 r. p. m.

Variou-se a carga de bolas, o tempo de moagem e a composição granulométrica do conjunto inicial.

Todos os ensaios foram conduzidos da seguinte forma:

(i) Moia-se durante tempo determinado e com certa carga de bolas uma amostra de distribuição granulométrica inicial conhecida; após a moagem determinava-se a distribuição final. Conheciam-se assim as matrizes alimentação e produto.

(ii) Moia-se, nas mesmas condições, o mesmo peso de cada um dos intervalos granulométricos considerados inicialmente e determinavam-se as distribuições granulométricas correspondentes, obtinha-se assim a matriz redução.

(iii) Executavam-se os cálculos do Princípio da Sobreposição e obtinha-se a distribuição granulométrica teórica final que se comparava com a real obtida anteriormente. As Figs. 1 a 6, traduzem essa comparação para seis dos ensaios efectuados.

Embora haja que prolongar estes ensaios, parece concluir-se que o Princípio de Sobreposição tem boas perspectivas de se poder utilizar em moagem.

4.2 *Ensaios descontínuos de granulação seca* (v. Anexo II)

Estes ensaios foram efectuados com moinho de rolos de laboratório de 15″ × 8″ utilizando quartzo de filão e magnetite de escolha manual da Mina da Orada.

Em todos os ensaios mantiveram-se constantes:

(i) a velocidade dos rolos do moinho — 180 r. p. m;

(ii) o regime de trabalho do moinho que foi livre.

Variou-se a goela.

Os ensaios foram conduzidos da seguinte forma:

(i) A amostra prèviamente fragmentada em britadeira de maxilas e depois de crivada para eliminação de finos era passada no moinho de rolos a caudal constante. Era conhecida a distribuição granulométrica da alimentação e determinava-se a do produto final, obtendo-se assim as matrizes alimentação e produto.

(ii) Nas mesmas condições de granulação, amostras sensìvelmente com o peso da referida em (i), mas calibradas nos intervalos granulométricos considerados inicialmente, eram passadas no mesmo moinho. As distribuições granulométricas correspondentes permitiram construir a matriz redução.

(iii) Idêntica a (iii) de 4.1.

As Fig. 7 a 9 traduzem a comparação dos resultados obtidos para três dos ensaios efectuados.

Anàlogamente se concluiu que o Princípio de Sobreposição tem boas perspectivas de se poder utilizar em granulação (moinho de rolos em regime livre).

5. CONCLUSÕES

Partindo de uma relação elementar que se admite estatìsticamente válida e introduzindo um princípio de sobreposição foi-se conduzido, com todo o rigor formal, a uma relação que engloba as anteriormente deduzidas (com exclusão da de Kick) e que se presta à verificação experimental rigorosa.

O princípio de sobreposição admitido traduz-se, ao fim e ao cabo, em considerar a máquina de fragmentação, onde seja válido, um *sistema linear*. Posto o problema nestes termos, abre-se a perspectiva de estudar a evolução deste sistema no tempo. Se for invariante, novas possibilidades surgem de largo alcance para o controlo das operações contínuas de fragmentação. Analisá-las-emos noutra oportunidade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CHARLES, R. J. (1957). Energy — Size Reduction Relationships in Comminution. *Transactions of the American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers*, 208, p. 80-88. New York

NAIQUE, R. A. (1960). Tentativa para o estabelecimento duma lei geral da distribuição granulométrica das partículas resultantes da fragmentação. *Técnica*, 33, 300. Lisboa.

PERRY, J. H. (1950). Chemical Engineers Handbook, 3.ª ed., p 1114. Mc Graw-Hill Book Co. Inc. New York.

ROGADO, J. Q. (1958). A energia de fragmentação. *Técnica*, 31, 283. Lisboa; *Las Ciencias*, 24, 1. Madrid, 1959.

ROSE, H. E. e SULLIVAN, R. M. E. (1958). A treatise on the internal mechanics of ball, tube and rod mills, 1.ª ed. Constable and Company Ltd. Londres.

SVENSSON, J. & MURKES, J. (1957). An empirical relationship between work input and particle size distribution before and after grinding. Progress in Mineral Dressing *Transactions of the International Mineral Dressing Congress*, p. 37-66. Stockholm, 1958.

ANEXO I

Ensaios preliminares de verificação do Princípio de Sobreposição na moagem descontínua

(efectuados por NAIQUE, R. A.)

Como se referiu no texto, nos ensaios utilizou-se o mesmo moinho de bolas laboratorial de 15″ × 5′, rodando a 60 r. p. m.

A polpa era constituída em todos os ensaios por areia quartzosa (1000 g) e água, com 40 % de sólidos em peso. Variaram-se os parâmetros:

— Tempo de moagem
— Carga de bolas.

AI. 1 — *Ensaio N.º 1* (v. Fig. 1)

Tempo de moagem: 20 minutos

Carga de bolas: 20 kg

Distribuições granulométricas dos conjuntos inicial e final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Percentagens em peso	
	Conjunto inicial	Conjunto final
10/14	8,67	—
14/20	4,27	—
20/28	22,44	—
28/35	20,22	0,044
35/48	18,42	0,135
48/65	25,98	0,815
65/100	—	2,703
100/150	—	12,935
150/200	—	28,613
200/270	—	14,997
270/400	—	8,237
— 400	—	31,521

Distribuições granulométricas dos produtos provenientes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (malhas Tyler)	Sub-conjuntos					
	10/14	14/20	20/28	28/35	35/48	48/65
+ 35	0,041	0,045	0,072	0,028	—	—
35/48	0,227	0,150	0,521	0,095	0,061	—
48/65	1,133	1,157	1,435	0,559	0,466	0,935
65/100	3,113	13,011	3,661	1,964	1,641	3,361
100/150	11,603	12,793	13,600	9,832	8,522	13,689
150/200	37,802	21,949	32,771	19,133	19,283	26,165
200/270	11,765	14,848	17,103	17,591	21,704	14,531
270/400	7,075	7,196	7,005	12,395	10,346	7,801
— 400	27,241	28,851	23,832	38,403	37,977	33,518

Comparação entre a distribuição calculada à custa do Princípio de Sobreposição e a distribuição granulométrica experimental

Classes de calibre (malhas Tyler)	Valores calculados		Valores experimentais	
	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas
+ 35	0,027	0,027	0,044	0,044
35/48	0,174	0,201	0,135	0,179
48/65	0,911	1,112	0,815	0,994
65/100	3,220	4,332	2,703	3,697
100/150	11,718	16,050	12,935	16,632
150/200	25,787	41,837	28,613	45,245
200/270	16,822	58,659	14,997	60,242
270/400	8,931	67,590	8,237	68,479
— 400	32,410	100,000	31,521	100,000

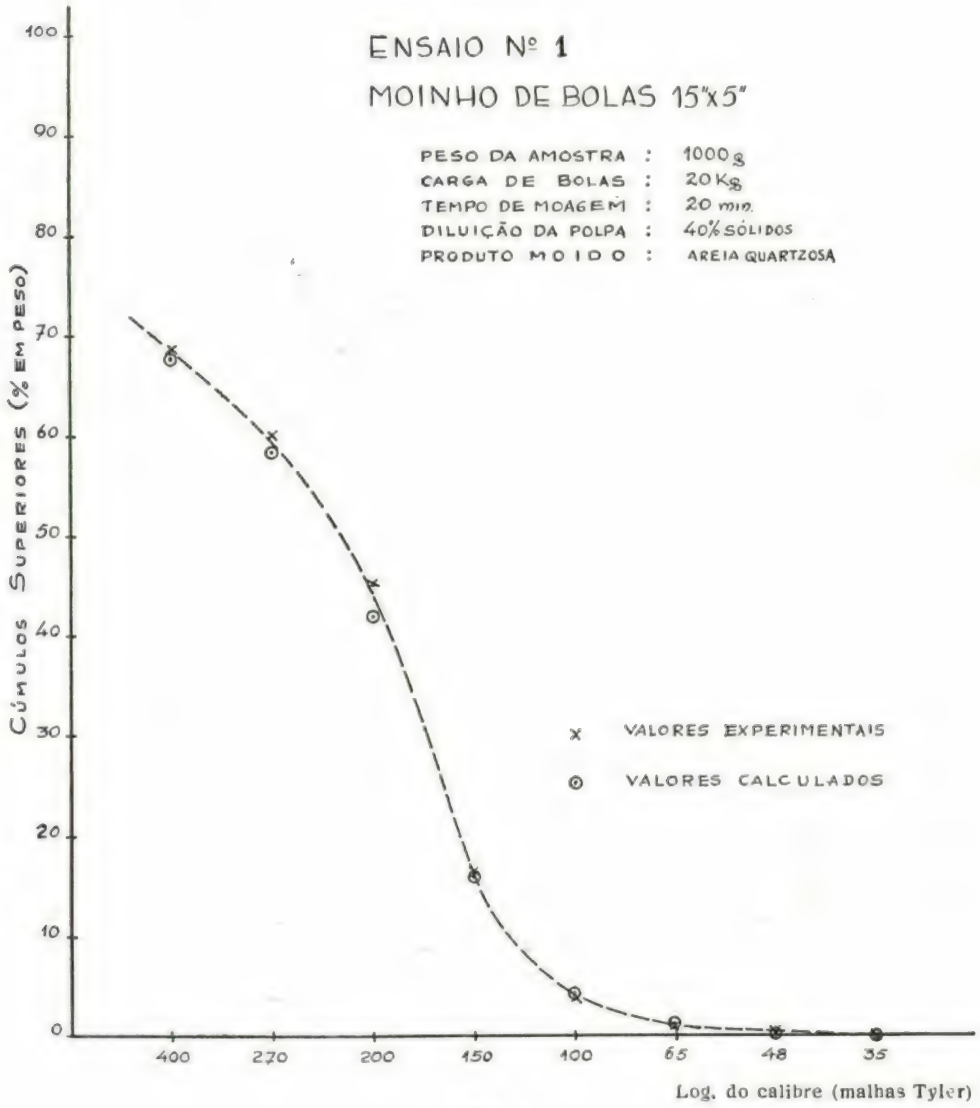


Fig. 1

AI. 2 — *Ensaio N.º 2* (v. Fig. 2)

Tempo de moagem: 20 minutos
Carga de bolas: 15 kg

Distribuições granulométricas dos conjuntos inicial e final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Percentagens em peso	
	Conjunto inicial	Conjunto final
10/14	21,746	—
14/20	7,920	—
20/28	31,918	—
28/35	20,491	0,007
35/48	12,627	0,006
48/65	5,298	0,076
65/100	—	0,550
100/150	—	5,455
150/200	—	16,024
200/270	—	19,773
270/400	—	13,879
— 400	—	44,230

Distribuições granulométricas dos produtos provenientes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (malhas Tyler)	Sub-conjuntos					
	10/14	14/20	20/28	28/35	35/48	48/65
+ 35	0,020	0,031	0,020	0,023	—	—
35/48	0,060	0,023	0,032	0,166	0,111	—
48/65	0,432	0,312	0,362	0,210	0,167	0,228
65/100	1,417	1,020	1,258	0,982	0,934	0,501
100/450	9,977	7,324	9,544	8,620	8,568	5,027
150/200	22,422	22,945	21,199	19,220	18,609	16,378
200/270	22,281	15,272	18,821	17,343	20,683	19,833
270/400	10,896	11,940	10,785	9,909	11,224	9,467
— 400	32,495	41,133	37,979	43,527	39,704	48,566

CENTRO DE PROJECTOS

COLOCA A SUA EXPERIÊNCIA AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA NACIONAL

NOVA FÁBRICA DE A TABAQUEIRA

COM SECTORES ESPECIALIZADOS DE

- ENGENHARIA CIVIL E ARQUITECTURA INDUSTRIAL
- ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE INSTRUMENTAÇÃO
- ENGENHARIA MECÂNICA
- ENGENHARIA QUÍMICA

OFICINA DE MODELOS REDUZIDOS

PROJECTO DE NOVAS UNIDADES	*REMODELAÇÃO* DE FÁBRICAS	*ASSISTÊNCIA* NA AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTO
DESDE OS **ESTUDOS PRELIMINARES**	COM VISTA A **MELHORIA DE RENDIMENTO**	ACTUANDO COMO **CONSULTOR**
AO **ARRANQUE DA INSTALAÇÃO**	**AUMENTO DE CAPACIDADE**	**INSPECTOR**

O CONJUNTO DE TÉCNICOS DE QUE DISPÕE, O APOIO DA LONGA EXPERIÊNCIA INDUSTRIAL DA COMPANHIA UNIÃO FABRIL NOS VÁRIOS RAMOS DA INDÚSTRIA E AINDA A COLABORAÇÃO COM FIRMAS ESTRANGEIRAS GARANTEM A QUALIDADE DAS REALIZAÇÕES QUE LHE FOREM ENTREGUES

EXPONHA OS SEUS PROBLEMAS E DIRIJA AS SUAS CONSULTAS A **CENTRO DE PROJECTOS CUF**

AV. 24 DE JULHO, 170 TELEF. 67 20 61
LISBOA - PORTUGAL TELEG. PROFABRIL

CP-1

ESTAMPARIAS TINTURARIAS LAVANDARIAS

PARA OS VOSSOS TECIDOS TECNICOS:
TRANSPORTADORES MANKONS, LAPPING, WOLFRIES.
FLANELAS, CANEVAS, ETC.,

EM FIBRAS NATURAIS OU SINTÉTICAS

Consultem:

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS
SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 93
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

FLUIDO E MASTIC

IMPERMEABILIZAÇÕES

TORNA TUDO ESTANQUE

Impermeabilização e vedação perfeita de:

Terraços, Empenas, Algerozes, Clarabóias, Paredes húmidas, Coberturas, Fendas, Juntas de dilatação, etc., etc.

Fácil aplicação — Elasticidade excepcional
Não endurece nem apodrece

ROOFATEX **À base de borracha + alumínio**

Reforça a acção impermeabilizante do «Rubio», dando às construções um aspecto agradável — Protege todos os materiais contra a humidade, a ferrugem e a corrosão

RUBIO E ROOFATEX dois produtos que se completam

Representante exclusivo: *Orlando Fernandes*

Rua Palmira, 46-A-B-C — LISBOA-1 — Telefs. 83 01 63 - 84 26 39 — End. teleg. «ORFER»

Comparação entre a distribuição calculada à custa do Princípio de Sobreposição e a distribuição granulométrica experimental

Classes de calibre (malhas Tyler)	Valores calculados		Valores experimentais	
	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas
+35	0,018	0,018	0,007	0,007
35/48	0,073	0,091	0,006	0,013
48/65	0,310	0,401	0,076	0,089
65/100	1,136	1,537	0,550	0,639
100/150	8,910	10,447	5,455	6,094
150/200	20,615	31,062	16,024	22,118
200/270	19,278	50,340	19,773	41,891
270/400	10,707	61,047	13,879	55,770
—400	38,953	100,000	44,230	100,000

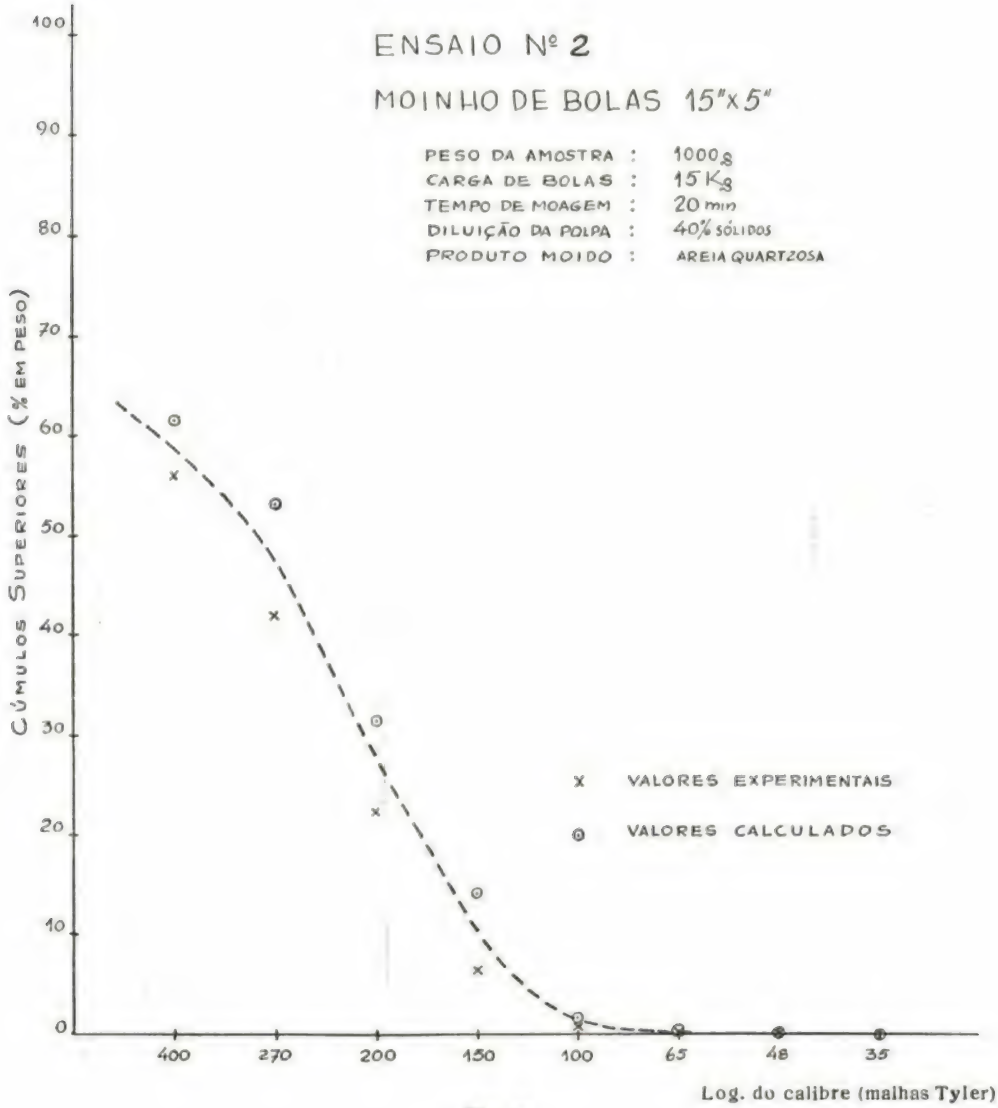


Fig. 2

AI. 3 — *Ensaio N.º 3* (v. Fig. 3)

Tempo de moagem: 10 minutos
Carga de bolas: 20 kg

Distribuições granulométricas dos conjuntos inicial e final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Percentagens em peso	
	Conjunto inicial	Conjunto final
10/14	21,275	—
14/20	7,981	—
20/28	32,674	—
28/35	19,978	0,295
35/48	12,679	1,823
48/65	5,413	10,631
65/100	—	12,994
100/150	—	22,089
150/200	—	23,388
200/270	—	7,197
270/400	—	3,780
— 400	—	17,803

Distribuições granulométricas dos produtos provenientes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (malhas Tyler)	Sub-conjuntos					
	10/14	14/20	20/28	28/35	35/48	48/65
+ 35	0,279	0,265	0,103	0,112	—	—
35/48	2,007	2,062	0,902	1,110	1,145	—
48/65	10,182	10,414	6,853	8,982	9,882	5,591
65/100	13,426	13,469	12,040	12,888	12,888	11,013
100/150	21,693	21,658	23,158	23,092	22,507	23,476
150/200	23,874	21,119	25,001	22,714	19,805	23,186
200/270	7,148	8,173	7,658	8,001	8,499	7,863
270/400	4,491	4,629	4,843	4,448	5,287	5,404
— 400	16,900	18,211	19,442	18,653	19,987	23,467

Comparação entre a distribuição calculada á custa do Princípio de Sobreposição e a distribuição granulométrica experimental

Classes de calibre (malhas Tyler)	Valores calculados		Valores experimentais	
	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas
+ 35	0,137	0,137	0,295	0,295
35/48	1,253	1,390	1,823	2,118
48/65	8,587	9,977	10,631	12,749
65/100	12,670	22,647	12,994	25,743
100/150	22,649	45,296	22,089	47,832
150/200	23,237	68,533	23,388	71,220
200/270	7,777	76,310	7,197	78,417
270/400	4,759	81,069	3,780	82,197
— 400	18,931	100,000	17,803	100,000

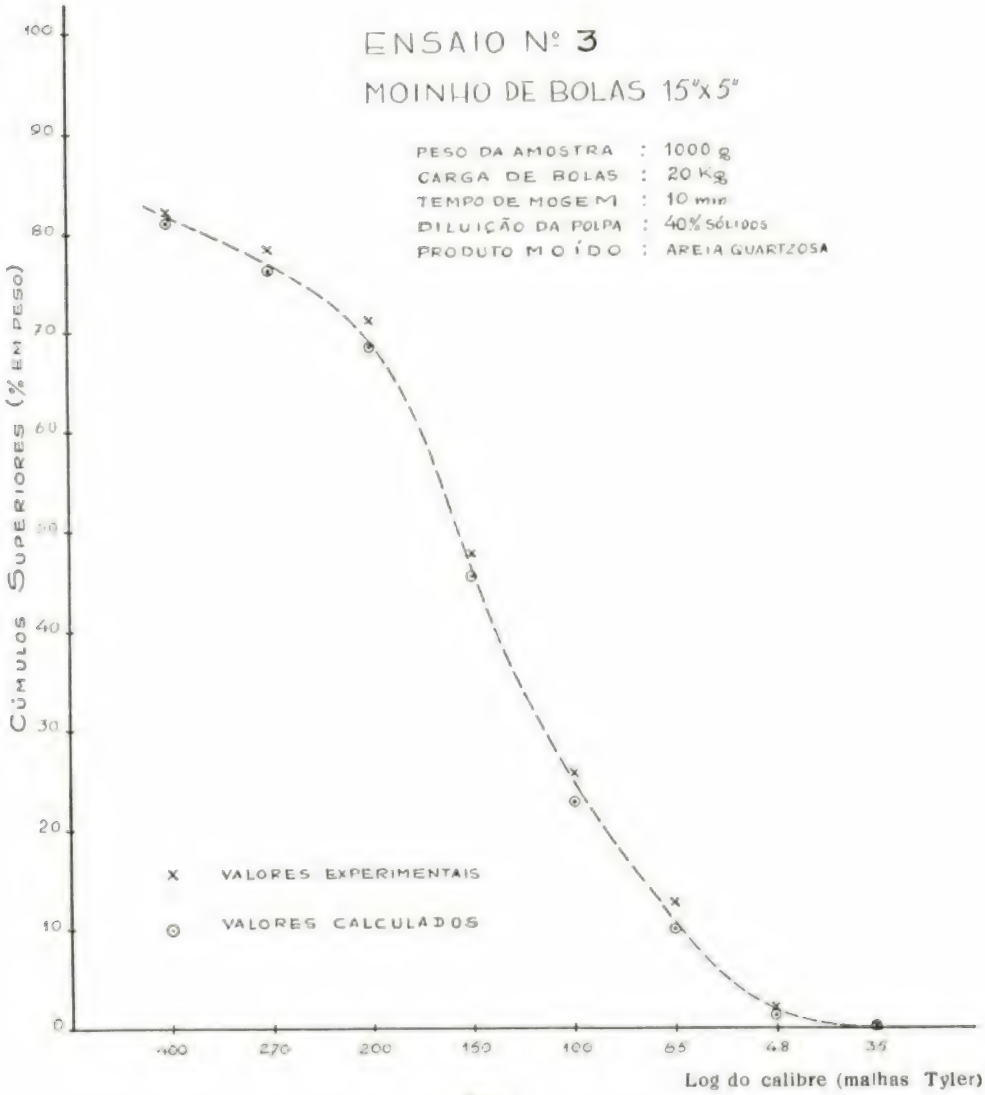


Fig. 3

AI. 4 — *Ensaio N.º 4* (v. Fig. 4)

Tempo de moagem: 20 minutos
Carga de bolas: 20 kg

(Estes valores são idênticos aos do Ensaio n.º 1)

Distribuições granulométricas dos conjuntos inicial e final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Percentagens em peso	
	Conjunto inicial	Conjunto final
10/14	21,021	—
14/20	7,881	—
20/28	32,870	—
28/35	20,034	0,086
35/48	12,762	0,462
48/65	5,432	1,445
65/100	—	3,933
100/150	—	19,153
150/200	—	31,210
200/270	—	10,791
270/400	—	5,661
— 400	—	27,259

Distribuições granulométricas dos produtos provenientes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (malhas Tyler)	Sub-conjuntos					
	10/14	14/20	20/28	28/35	35/48	48/65
+ 35	0,013	0,013	0,018	0,027	—	—
35/48	0,090	0,088	0,079	0,244	0,082	—
48/65	0,836	1,090	0,877	0,650	1,119	0,568
65/100	3,217	3,410	3,161	1,932	3,795	1,833
100/150	16,759	16,257	16,102	12,107	17,132	12,133
150/200	24,181	25,388	25,417	24,395	24,351	25,421
200/270	14,315	15,783	14,644	16,504	14,327	13,536
270/400	8,851	7,091	7,902	9,579	7,684	8,897
— 400	31,738	30,880	31,800	34,562	31,510	37,612

Comparação entre a distribuição calculada à custa do Princípio de Sobreposição e distribuição granulométrica experimental

Classes de calibre (malhas Tyler)	Valores calculados		Valores experimentais	
	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas
+ 35	0,015	0,015	0,086	0,086
35/48	0,111	0,126	0,462	0,548
48/65	0,854	0,980	1,445	1,993
65/100	2,955	3,935	3,933	5,926
100/150	15,368	19,303	19,153	25,079
150/200	24,814	44,117	31,210	56,289
200/270	14,937	59,054	10,791	67,080
270/400	8,400	67,454	5,661	72,741
— 400	32,546	100,000	27,259	100,000

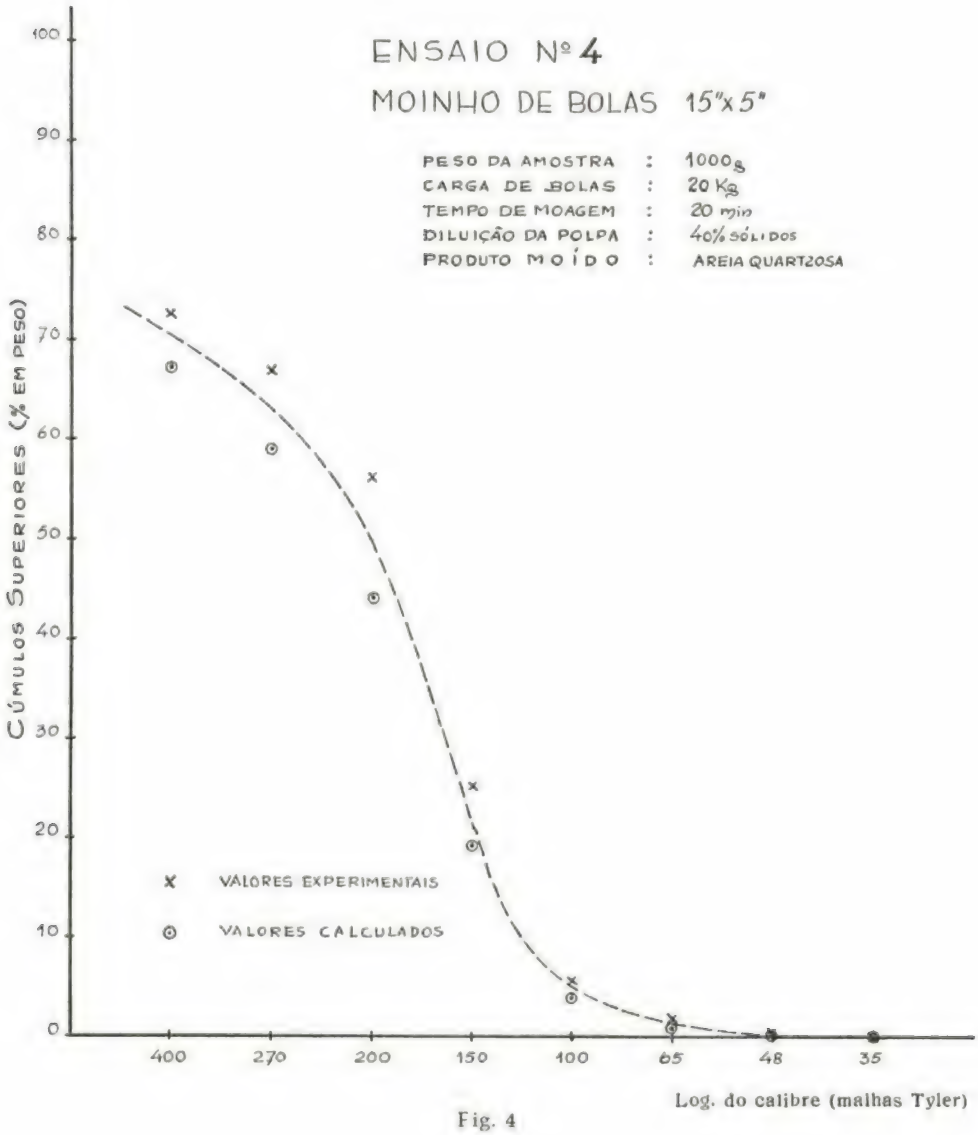


Fig. 4

AI. 5 — *Ensaio N.º 5* (v. Fig. 5)

Tempo de moagem: 30 minutos
Carga de bolas: 20 kg

Distribuições granulométricas dos conjuntos inicial e final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Percentagens em peso	
	Conjunto inicial	Conjunto final
10/14	20,783	—
14/20	8,005	—
20/28	32,080	—
28/35	20,647	0,050
35/48	13,031	0,378
48/65	5,454	0,696
65/100	—	0,904
100/150	—	4,621
150/200	—	21,047
200/270	—	15,860
270 400	—	11,656
— 400	—	44,788

Distribuições granulométricas dos produtos provenientes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (malhas Tyler)	Sub-conjuntos					
	10/14	14/20	20/28	28/35	35/48	48/65
+ 35	0,013	0,010	0,009	0,009	—	—
35/48	0,077	0,020	0,093	0,056	0,098	—
48/65	0,541	0.326	0,554	0,422	0,492	0,726
65/100	1,296	0,856	0,998	0,956	0,679	0,837
100/150	7,726	5,094	5,479	5,560	4,435	5,354
150/200	23,480	18,472	23,376	23,798	18,792	21,620
200/270	14,972	18,135	16,382	14,796	18,389	14,788
270/400	10,920	12,920	9,683	10,427	11,899	10,156
— 400	40,975	44,167	43,426	43,976	45,216	46,519

Comparação entre a distribuição calculada à custa do Princípio de Sobreposição e a distribuição granulométrica experimental

Classes de calibre (malhas Tyler)	Valores calculados		Valores experimentais	
	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas
+ 35	0,008	0,008	0,050	0,050
34/48	0,072	0,080	0,378	0,428
48/65	0,507	0,587	0,696	1,124
65/100	0,990	1,577	0,904	2,028
100/150	5,790	7,367	4,621	6,649
150/200	22,399	29,766	21,047	27,696
200/270	16,076	45,842	15,860	43,556
270/400	10,667	56,509	11,656	55,212
— 400	43,491	100,000	44,788	100,000

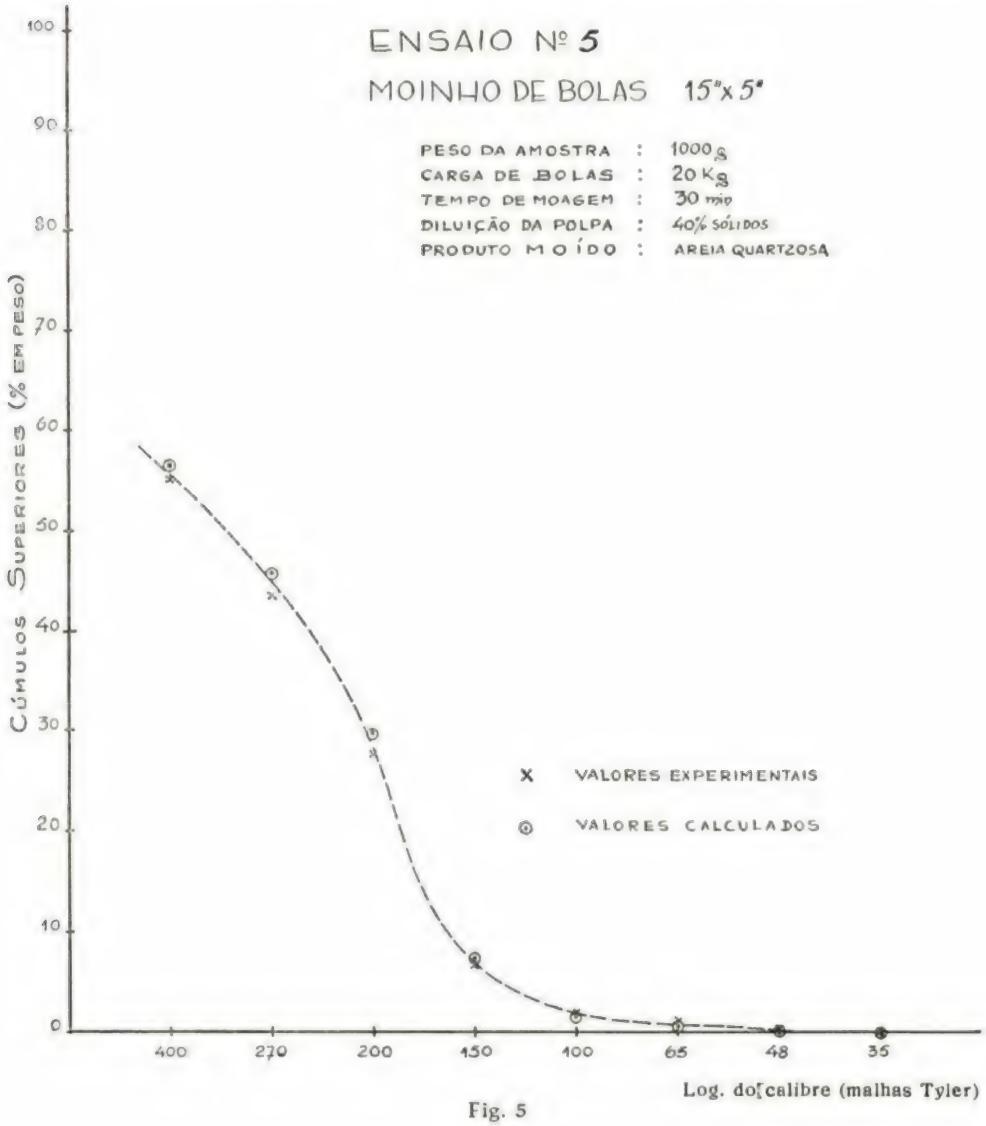


Fig. 5

AI. 6 — *Ensaio N.º 6* (v. Fig. 6)

Tempo de moagem: 10 minutos
Carga de bolas: 20 kg

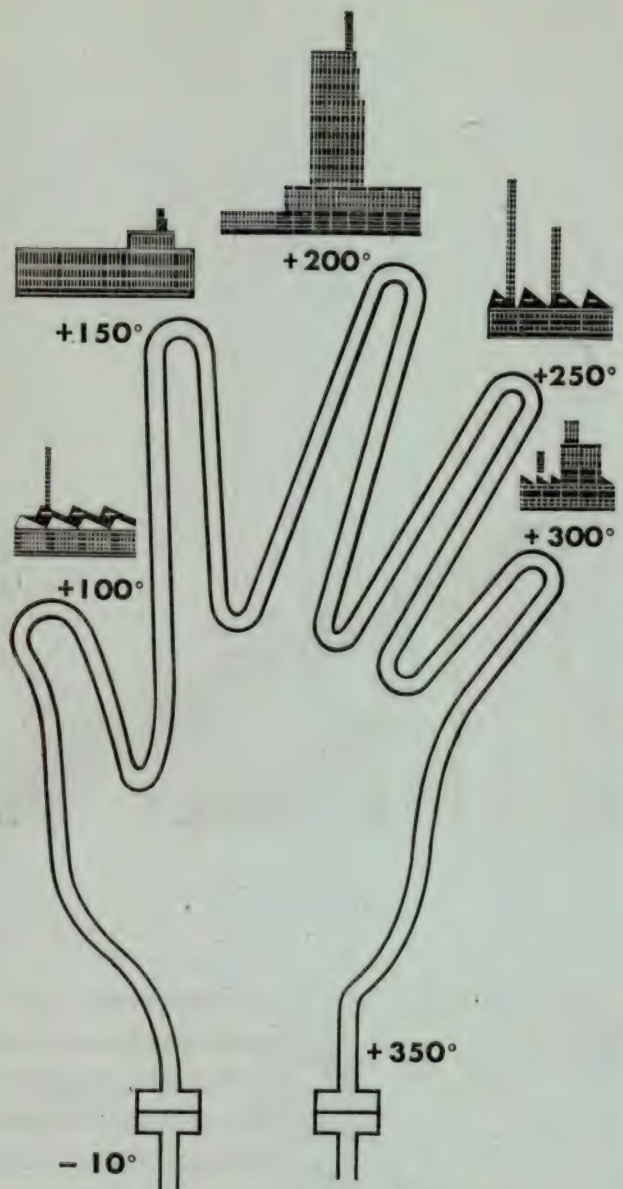
(Estes valores são idênticos aos do Ensaio n.º 3)

Distribuições granulométricas dos conjuntos inicial e final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Pecentagens em peso	
	Conjunto inicial	Conjunto final
10/14	11,665	—
14/20	3,225	—
20/28	15,346	—
28/35	13,253	0,252
35/48	10,675	0,478
48/65	5,197	1,322
65/100	4,978	5,079
100/150	13,470	19,463
150/200	7,660	11,114
200/270	10,193	28,089
270/400	4,338	10,418
— 400	—	23,785

Distribuições garnulométricas dos produtos provenientes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (malhas Tyler)	Sub-conjuntos										
	10/14	14/20	20/28	28/35	35/48	48/65	65/100	100/150	150/200	200/270	270/400
+ 35	0,148	0,099	0,073	0,050	—	—	—	—	—	—	—
35/48	1,385	0,992	0,930	0,608	0,300	—	—	—	—	—	—
48/65	7,370	6,759	6,678	5,146	3,306	2,960	—	—	—	—	—
65/100	11,940	11,911	11,778	10,780	8,214	5,941	12,266	—	—	—	—
100/150	21,515	22,013	23,304	23,302	22,998	21,856	20,434	34,579	—	—	—
150/200	6,163	6,630	6,500	5,092	8,114	7,767	7,425	7,987	28,688	—	—
200/270	20,160	19,778	18,017	21,640	22,920	23,312	22,780	18,763	34,460	58,854	—
270/400	9,487	9,647	8,987	5,176	9,426	10,567	8,593	8,450	10,825	16,114	65,941
— 400	21,832	22,171	23,733	28,210	24,722	27,597	28,502	30,221	26,027	25,032	34,059



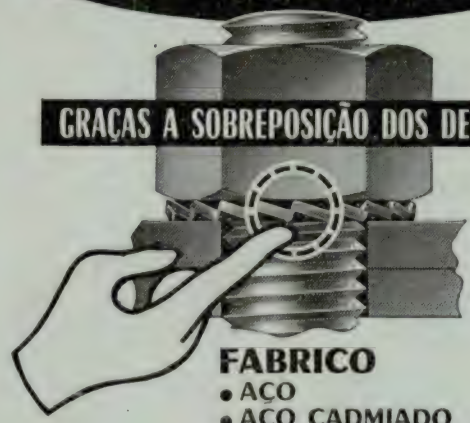
"Aquecimento industrial a alta temperatura e sem pressão".

THERMOFLUID

FLUITHERMA
9, AVENUE HOCHE, PARIS 8e
Téléph. : MAC-MAHON 47-14

ALJANVIC 8

Sòmente
A ANILHA NOMEL
aperta a porca



GRAÇAS A SOBREPOSIÇÃO DOS DENTES

FABRICO
- AÇO
- AÇO CADMIADO
- AÇO CADMIADO BICROMATADO
- BRONZE FOSFOROSO
- BRONZE BERYLLIUM

Para porcas | metricas : 2 a 33 mm / polegadas : 1/16 a 1" 3/8

Catalogos e Amostras Gratuitas

- *Qualidade e segurança de apêrto*
- *Bons contactos eléctricos*
- *Aproveitamento de tempo na montagem*

*

Representante :

GOMES DE CASTRO & IRMÃO, LDA.

Sede : Rua Guedes de Azevedo, 229 Telefs. 20.658/25.544/36.120 **PORTO**

Filial : Rua dos Remolares, 12-4° • Sala A Telefone 366.583 **LISBOA**

PUB. G. BAUDEL - PARIS

SUNWAY - Os Estores de concepção ultramoderna que graças às suas reconhecidas características de segurança, eficiência e poder decorativo são recomendados para qualquer ambiente.

Sistema revolucionário de ligação das lâminas por meio de fios de Terylene extremamente finos e de extraordinária resistência, alta qualidade de todas as partes componentes, funcionamento silencioso e facilidade de limpeza — são as características principais dos Estores «Sunway».

ESTORES **SUNWAY**

(DIVISÃO DA BELL'S & CA., LDA.)

AVENIDA GENERAL ROÇADAS, 68-C e 68-D

TELEF. 83 54 35 TELEG. SUNWAY

LISBOA 1

Comparação entre a distribuição calculada à custa do Princípio de Sobreposição e a distribuição granulométrica experimental

Classes de calibre (malhas Tyler)	Valores calculados		Valores experimentais	
	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas
+ 35	0,038	0,038	0,252	0,252
35/48	0,449	0,487	0,478	0,730
48/65	3,291	3,778	1,322	2,052
65/100	6,809	10,587	5,079	7,131
100/150	19,029	29,616	19,463	26,594
150/200	7,637	37,253	11,114	37,708
200/270	24,581	61,834	28,089	65,797
270/400	11,937	73,771	10,418	76,215
— 400	26,229	100,000	23,785	100,000

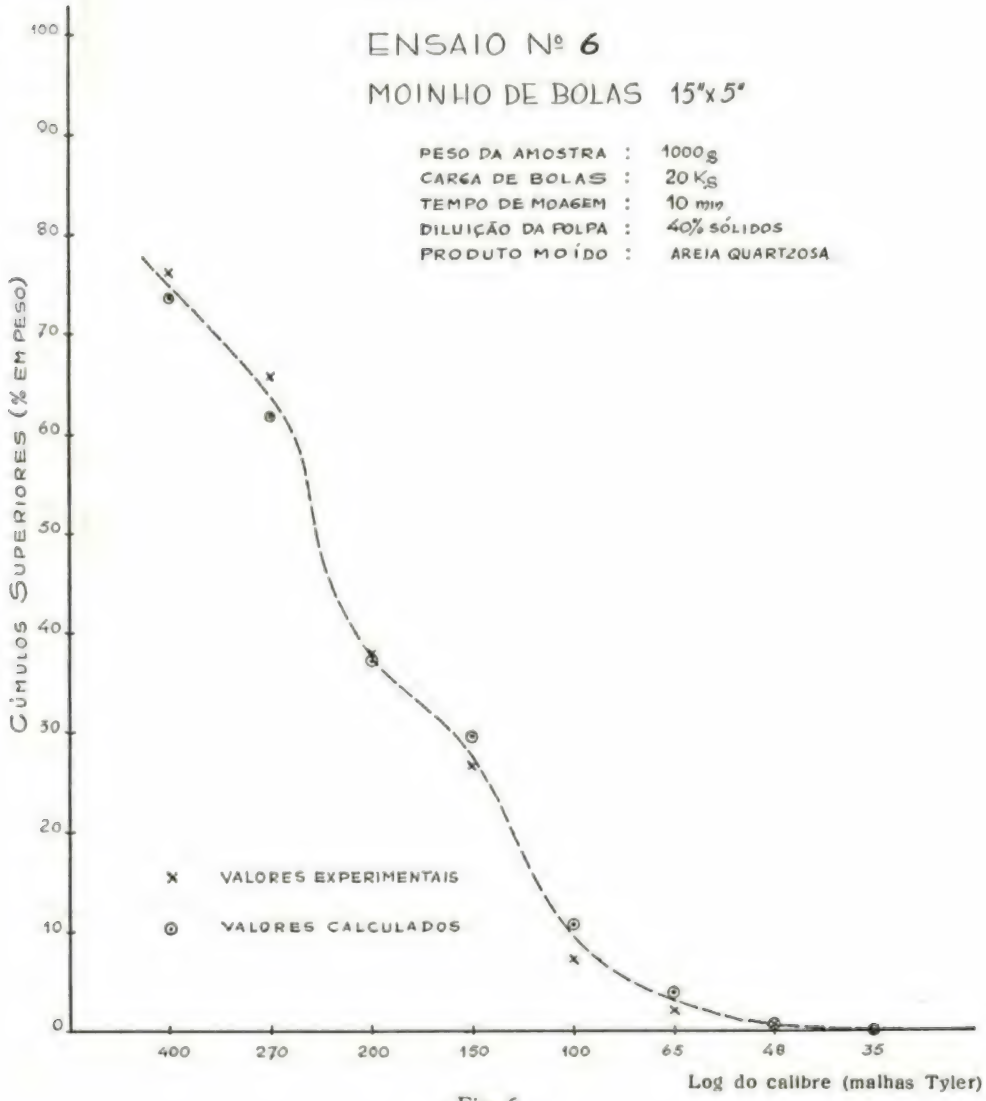


Fig. 6

ANEXO II

Ensaios preliminares de verificação do Princípio de Sobreposição na granulação com moinho de rolos

(Efectuados por SANTOS, H. S.)

Como está referido no texto, utilizou-se, nestes ensaios, um moinho de rolos laboratorial de 15" × 8", trabalhando em regime livre. Variou-se a goela e o material granulado.

A. II. 1 — *Ensaio N.º 1* (v. Fig. 7)

Produto ..... Quartzo de filão

Goela do M. R. ..... 0 mm (rolos encostados)

Distribuição granulométrica dos conjuntos inicial e final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Percentagem em peso	
	Conjunto inicial	Conjunto final
12,5 mm/7,5 mm	18,2	—
7,5 mm/4	28,7	1,3
4/6	16,8	4,9
6/8	15,4	18,5
8/10	9,4	20,6
10/14	11,5	26,2
14/20	—	5,0
20/28	—	6,4
28/35	—	5,1
35/48	—	3,3
48/65	—	2,7
65/100	—	1,8
— 100	—	4,2

Disribuição granulométrica dos produtos resultantes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (malhas Tyler)	Sub-conjuntos					
	12,5 mm/7,5 mm	7,5 mm/4	4/6	6/8	8/10	10/14
7,5 mm/4	1,7	3,2	—	—	—	—
4/6	2,6	3,3	6,3	—	—	—
6/8	9,5	10,6	7,3	18,5	—	—
8/10	13,7	17,0	13,4	17,7	23,4	—
10/14	24,7	26,2	28,7	27,0	29,4	41,0
14/20	7,2	7,1	7,6	6,4	8,9	11,7
20/28	10,8	9,1	11,1	9,0	12,6	17,1
28/35	8,7	7,3	8,5	6,9	9,0	10,5
35/48	5,7	4,6	5,2	4,4	5,4	6,4
48/65	4,8	3,8	4,1	3,4	4,1	4,9
65/100	2,9	2,2	2,4	2,1	2,3	2,7
— 100	7,7	5,6	5,4	4,6	4,9	5,7

Comparação dos valores calculados à custa do princípio de sobreposição com a distribuição granulométrica do conjunto final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Valores calculados		Valores experimentais	
	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas
7,5 mm/4	1,2	1,2	1,3	1,3
4/6	2,5	3,7	4,9	6,2
6/8	8,8	12,5	18,5	24,7
8/10	14,5	27,0	20,6	45,3
10/14	28,5	55,5	26,2	71,5
14/20	7,8	63,3	5,0	76,5
20/28	11,0	74,3	6,4	82,9
28/35	8,2	82,5	5,1	88,0
35/48	5,2	87,7	3,3	91,3
48/65	4,1	91,8	2,7	94,0
65/100	2,4	94 2	1,8	95,8
— 100	5,7	100,0	4,2	100,0

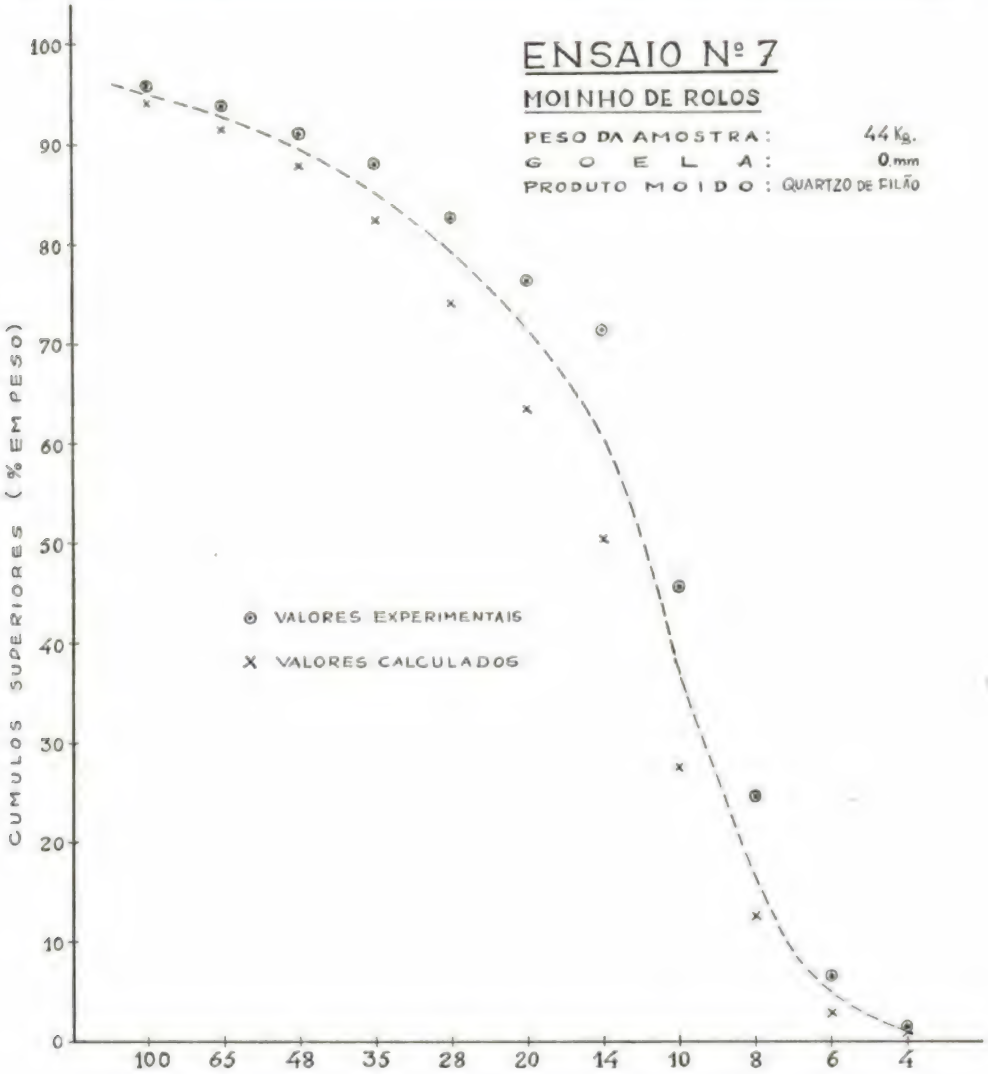


Fig. 7

A. II. 2 — *Ensaio N.º 2* (v. Fig. 8)

Produto ..... Magnetite de escolha (Orada)
Goela do M. R. 2 mm.

Distribuição granulométrica dos conjuntos inicial e final

Classes de calibre (Malhas Tyler)	Percentagem em peso	
	Conjunto inicial	Conjunto final
18 mm/12,5 mm	32,7	—
12,5 mm/7,5 mm	36,8	6,5
7,5 mm/4	17,1	21,1
4/6	6,8	22,0
6/8	6,6	21,1
8/10	—	8,0
10/14	—	6,7
14/20	—	1,6
20/28	—	1,7
28/35	—	1,6
35/48	—	1,0
46/65	—	1,0
65/100	—	1,0
100/150	—	1,8
— 150	—	4,9

Distribuição granulométrica dos produtos resultantes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (malhas Tyler)	Sub-conjuntos				
	18 mm/12,5 mm	12,5 mm/7,5 mm	7,5 mm/4	4/6	6/8
12,5 mm/7,5 mm	12,5	10,0	—	—	—
7,5 mm/4	24,6	22,7	22,0	—	—
4/6	20,9	19,3	21,6	27,4	—
6/8	16,3	16,7	23,9	23,4	51,3
8/10	6,7	7,2	10,3	18,4	19,5
10/14	5,5	6,7	7,7	13,7	15,1
14/20	1,4	1,6	1,6	2,6	2,6
20/28	1,6	1,9	2,0	2,5	2,2
28/35	1,4	1,7	1,6	1,9	1,6
35/48	0,9	1,2	0,7	1,3	1,0
48/65	1,1	1,4	1,2	1,2	1,1
65/100	1,0	2,4	1,0	1,2	1,0
100/150	1,7	1,3	2,0	1,9	1,6
— 150	4,4	5,9	4,4	4,5	3,1

Comparação dos valores calculados à custa do princípio de sobreposição com a distribuição granulométrica do conjunto final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Valores calculados		Valores experimentais	
	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas
12,5 mm/7,5 mm	6,5	6,5	7,8	7,8
7,5 mm/4	21,1	27,6	20,2	28,0
4/6	22,0	49,6	19,5	47,5
6/8	21,1	70,7	20,5	68,0
8/10	8,0	78,7	9,1	77,1
10/14	6,7	85,4	7,5	84,6
14/20	1,6	87,0	1,7	86,3
20/28	1,7	88,7	1,9	88,2
28/35	1,6	90,3	1,6	89,8
35/48	1,0	91,3	1,0	90,8
48/65	1,0	92,3	1,2	92,0
65/100	1,0	93,3	1,5	93,5
100/150	1,8	95,1	1,6	95,1
— 150	4,9	100,0	4,9	100,0

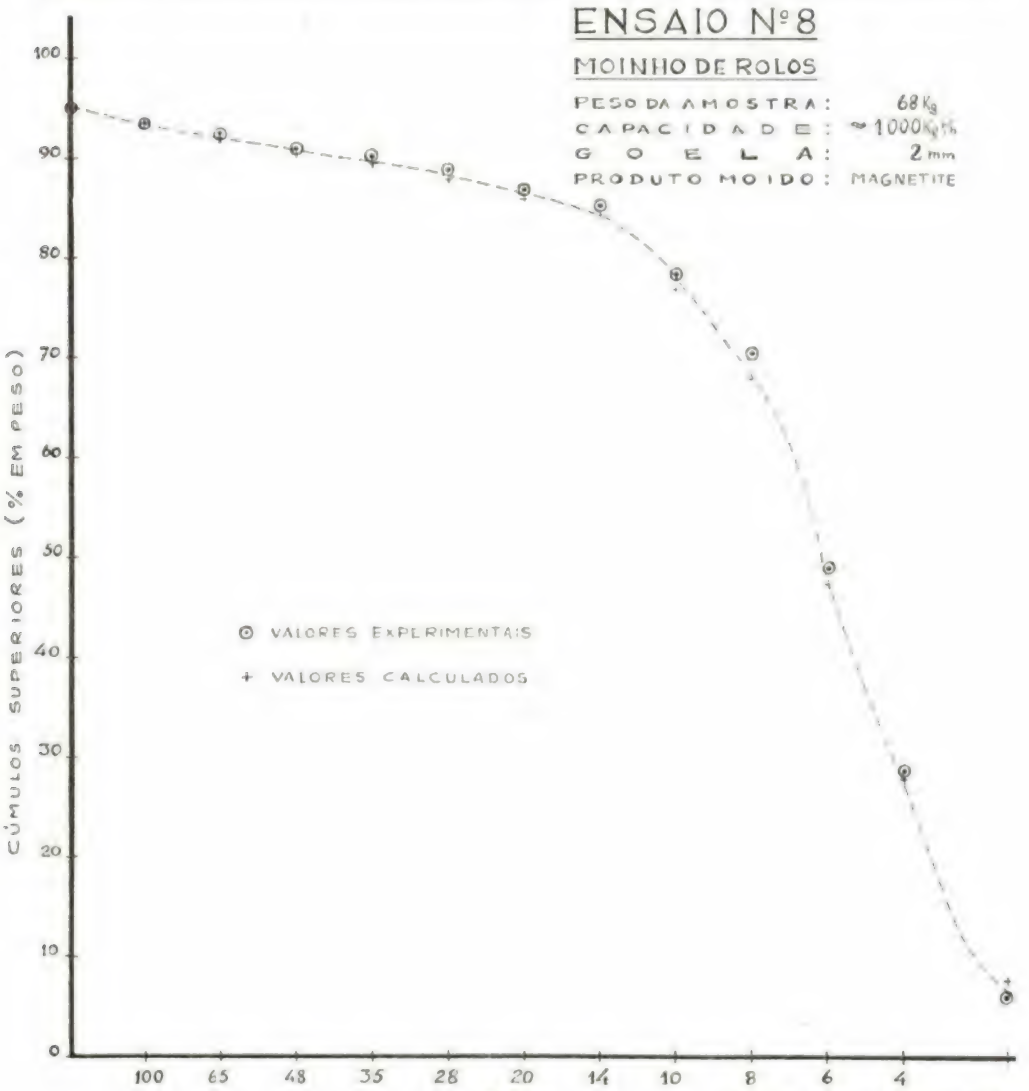


Fig. 8

A. II. 3 — *Ensaio N.* 3 (v. Fig. 9)

Produto ..... Magnetite de escolha (Orada)
Goela do M. R. 0 mm (rolos encostados)

Distribuição granulométrica dos conjuntos inicial e final

Classes de calibre (malhas Tyler)	Percentagem em peso	
	Conjunto inicial	Conjunto final
18 mm/12,5 mm	32,0	—
12,5 mm/7,5 mm	36,5	—
7,5 mm/4	20,0	1,86
4/6	5,5	6.88
6/8	6,0	11,90
8/10	—	14,32
10/14	—	11,72
14/20	—	10,04
20/28	—	5,98
28/35	—	5,66
35/48	—	2,59
48/65	—	3,48
65/100	—	3.56
100/150	—	6,23
150/200	—	4,70
— 200	—	11,08

Distribuição granulométrica dos produtos resultantes dos sub-conjuntos iniciais

Classes de calibre (malhas Tyler)	Sub-conjuntos				
	18 mm/12,5 mm	12,5 mm/7,5 mm	7,5 mm/4	4/6	6/8
7,5 mm/4	6,60	1,54	1,00	—	—
4/6	10,37	5,29	2,52	1,45	—
6/8	17,10	13,65	8,60	4,80	5.05
8/10	12,64	12,45	12,40	8,64	6,56
10/14	13,90	17.44	20,34	22,90	19,56
14/20	4,05	3,96	6,40	7,50	8,48
20/28	4,48	5,73	6,88	9,27	10,90
28/35	3,86	4,94	5,72	7,20	8,58
35/48	2,70	3,26	3,72	4,48	5,25
48/65	2,60	3,44	3,84	4,36	4,94
65/100	2,98	3,62	3,50	4.36	4,58
100/150	4,82	6,00	6,90	7,20	9,40
150 200	4,82	5,90	6,16	5,74	4,40
— 200	9,08	12,78	12,02	12,10	12,30

Comparação dos valores calculados à custa do Princípio de Sobreposição com a distribuição granulométrica do conjunto final

Classes de calibre (malhas Tylor)	Valores calculados		Valores experimentais	
	Percentagens em peso	Percenlagens acumuladas	Percentagens em peso	Percentagens acumuladas
7,5 mm/4	2,87	2,87	1,86	1,86
4/6	5,83	8,70	6,88	8,74
6/8	12,74	21,44	11,90	20,64
8/10	11,94	33,38	14,32	34,96
10/14	17,31	50,69	11,72	46,68
14/20	4,94	55,63	10,04	56,72
20/28	6,07	61,70	5,98	62,70
28/35	5,09	66,79	5,66	68,36
35/48	3,56	70,35	2,59	70,95
48/65	3,39	73,74	3,48	74,43
65/100	3,49	77,23	3,56	77,99
100/150	6,07	83,30	6,23	84,22
150/200	5,51	88,81	4,70	88,92
— 200	11,38	100,00	11,08	100,00

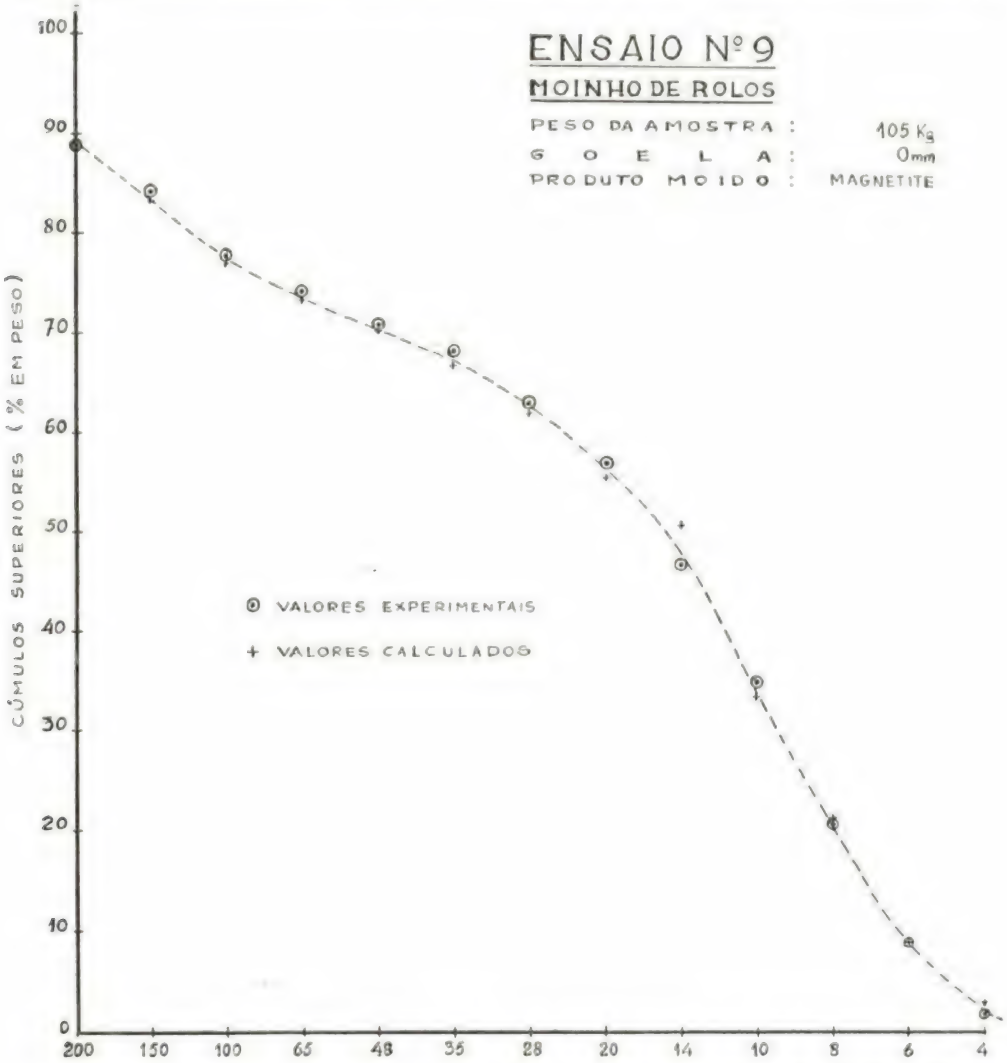


Fig. 9 Log do calibre (malhas Tyler)

RELATIONSHIP BETWEEN WORK INPUT AND PARTICLE SIZE DISTRIBUTIONS BASED ON A SUPERPOSITION PRINCIPLE

SUMMARY

In 1956, using the Schumann-Gaudin interpolation and the Perry (1950) differential equation, Charles (1957) stated a relationship between energy and size reduction which can well describe the results of a few tests.

However, based on some approximations, the Charles' equation is theoretically meanless, at least, when the initial particles are not of uniform size.

In order to surpass the formal limitation of the Charles' method, the author introduces in 1959 a *superposition principle* which states that, in nonchoking crushing or grinding processes, each physically small size interval present in the feed is comminuted as it was alone in the crushing or grinding aparatus.

So, if a set of particles with a large granulometric distribution is comminuted, the final granulometric distribution obtained can be theoretically predicted from the independent behaviour of each individual small size interval present in the initial set, if the aparatus used and other experimental conditions are the same for the communition operation carried out with the unsized initial particles set and for the communition of each size interval.

Thus, being:

(i) —

$$A = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_q \end{pmatrix}$$

where $\sum_{i=1}^{q} a_i = 1$, the *feed matrix* which represents the granulometric composition of the initial unized particles set;

(ii) —

$$P = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_q \end{pmatrix}$$

where $\sum_{i=1}^{q} p_i = 1$ (some of the first p_i vanish), the *product matrix* which represents the granulometric composition of the final particles set obtained after a well defined comminution operation has been carried out;

(iii) — if

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ r_{21} & r_{22} & .. & 0 & 0 \\ r_{31} & r_{32} & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ r_{q1} & r_{q2} & \dots & r_{q\,(q-1)} & r_{q\,q} \end{pmatrix}$$

where $r_{li} = 1$ $(l = 1, 2 \dots n)$ is the canonical matrix (*reduction matrix*) which represents the granulometric composition of each individual small size intervals, after being communited by the same comminution operation.

Then the superposition principle states that

$$P = R \times A \tag{6}$$

or

$$p_l = \sum_{i=1}^{q} r_{li}\, a_i \qquad (l = 1, 2 \dots\dots n) \tag{6'}$$

The reduction matrix above referred to depends on the comminution aparatus, on the nature of the solid broken and on the experimental conditions of the operation.

JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743

Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

INDÚSTRIA DE CERÂMICA

INSTALAÇÕES COMPLETAS DE FÁBRICAS

ESTUDOS • PROJECTOS • ORÇAMENTOS

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Máquinas preparadoras

Fieiras de vácuo

Fieiras de vácuo com injecção de vapor

(Fabrico sob licença Uniceram)

Alimentadores pneumáticos e activadores de secagem (sistema Klostermeyer)

Alimentadores mecânicos (sistema Ruetz)

Secagem artificial

Acessórios e aparelhagem para fornos em ligas especiais

COMETNA COMPANHIA METALÚRGICA NACIONAL, S. A. R. L.

SUCESSORA DE ALFREDO ALVES & C.ª (FILHOS) — FÁBRICAS VULCANO E COLARES

RUA DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS, 5 — LISBOA 2 — TELEF. P P C A 3 17 10 (5 LINHAS)

Instead of the typical granulometric product curves today used, it is possible to associate experimental reduction matrices to every kind of crushing or grinding machine operated in nonchoking conditions.

Besides, the superposition principle can be used to establish the general relationship for the comminution energy without the restriction of the Charles' method.

In fact, as the size intervals considered in that principle are physically small, one can write, using the Perry differential relationship yet mentioned to

$$\Delta E_i = \frac{C}{n-1} \sum_l \left[\frac{1}{m_i^{\,n-1}} - \frac{1}{\bar{x}^{n-1}} \right] r_{li} \quad (i = 1, 2 \ldots p) \tag{7}$$

where E_i is the elementary energy received by the elementary size interval i during the comminution process,
C e n are the constants of Perry relationship,
m_i are the average sizes of the intervals prior to comminution,
r_{li} are the elements of the reduction matrice.

Thus, for the whole initial set, we have

$$E = \frac{C}{n-1} \sum_{i,l=1}^{q} \left[\frac{1}{m_i^{\,n-1}} - \frac{1}{\bar{x}_l^{\,n-1}} \right] r_{li}\, a_l \tag{8}$$

Taking into consideration that usually the average sizes of the elementary intervals form one geometric progression of ratio ε and using the superposition principle, we have the following general energy relationship:

$$E = \frac{C}{\varepsilon\,(n-1)} \left(\lambda_a\, \bar{x}_1^{\,1-n} - \lambda_p\, \bar{y}_1^{\,1-n} \right) \tag{9''}$$

$$\lambda_a = \sum_{i=1}^{q} \frac{a_i}{\varepsilon^{\,i-2}} \tag{10}$$

$$\lambda_p = \sum_{i=1}^{q} \frac{p_i}{\varepsilon^{\,i-2}} \tag{11}$$

where $\bar{x}_1$ is the average size of the feed coarser interval;
$\bar{y}_1$ is the average size of the product coarser interval.

The general relationship (9'') contains the Rittinger's *law* (n = 2), the Bond's *law* (n = 1.5), the relationship of the Commitee on the Theory of Comminution (Svensson & Murkes, 1957), etc., but it was establised without assuming any restriction of the initial or final granulometric distributions which are actualy present in the relationship (9'') by means of λ_a and λ_p. Besides, C and n are the constants of the elementary Perry relationship.

Since 1960, experimental tests have being carried out at «Laboratorio de Preparação de Minerios» of «Instituto Superior Tecnico» of Lisbon to check the superposition principle and the general relationship (9'').

Some results already reached with laboratory ball and roll mills are described in Annex I and Annex II, respectively.

Figs. 1 to 9 show the remarkable agreement between the theoretical results predicted by the superposition principle and the experimental results achieved in the tests

Inauguração oficial das novas fábricas da EFACEC de grandes transformadores de potência, transformadores de medida e aparelhagem eléctrica

Em 28 de Janeiro deste ano, os Senhores Ministro da Economia e Subsecretário de Estado da Indústria, respectivamente Prof. Dr. Teixeira Pinto e Dr. Esteves da Fonseca, procederam à inauguração das novas instalações fabris da EFACEC, situadas em S. Mamede de Infesta.

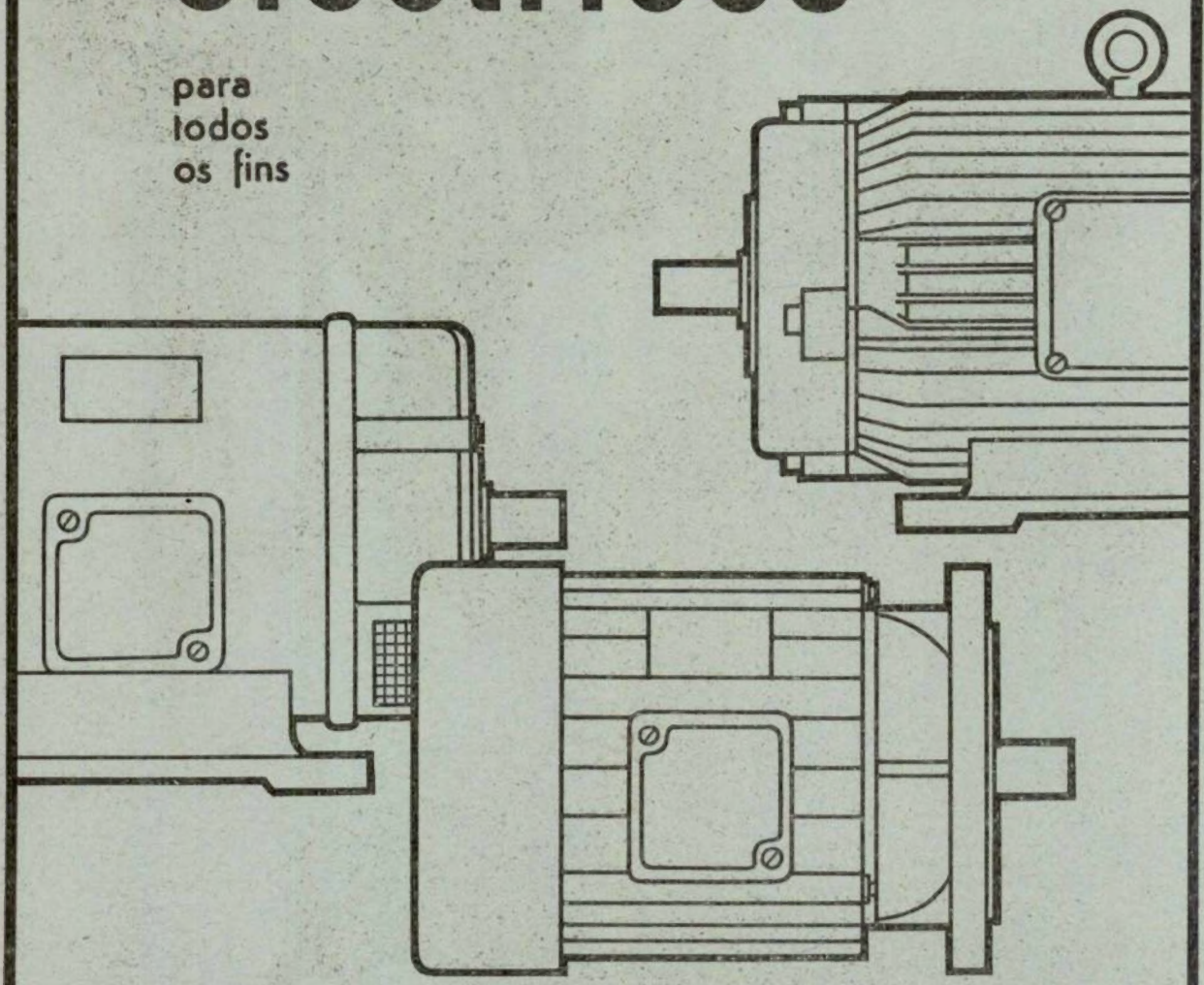
É curioso salientar, a título de exemplo, que esta Empresa se conta entre os primeiros três ou quatro fabricantes europeus a adoptar a técnica dos circuitos magnéticos em chapa de cristais orientados, que é hoje aplicada pelas firmas mais cotadas dentro do ramo electrotécnico.

A gama de fabrico da EFACEC vê-se agora, com a produção das fábricas inauguradas, estendida à maquinaria eléctrica pesada (transformadores até 150 000 kVA e 220 000 V, seccionadores de alta e muito alta tensão, disjuntores até 10 000 MVA de poder de corte e tensão até 220 000 V, etc.), transformadores de medida, aparelhagem eléctrica diversa de alta e baixa tensão (disjuntores de médio e pequeno volume de óleo, fusíveis de alto poder de corte, etc.), quadros e monoblocos, ascensores, irradiadores, etc. A fábrica de motores, em curso de profunda remodelação da sua linha de fabrico, produz já unidades com potências que atingem 600 CV, de baixa e alta tensão.

A EFACEC testemunhou mais uma vez o firme propósito de continuar no seu ritmo acelerado que justifique a categoria e qualidade dos seus fabricos, e o alto ponto atingido pela sua organização, engrandecendo desse modo a Indústria Nacional e principalmente o ramo electrotécnico.

Motores eléctricos

para
todos
os fins



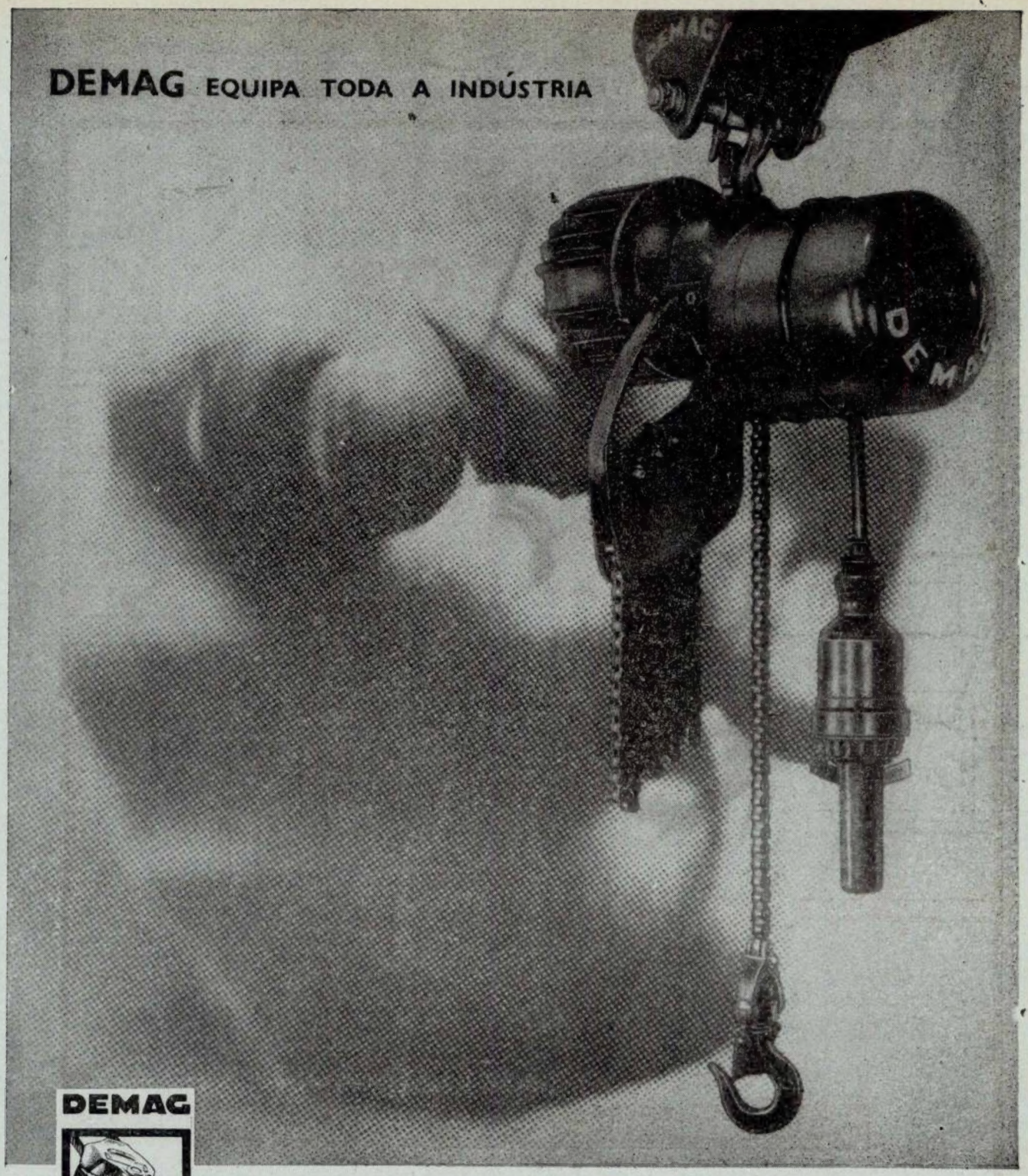
MOTRA ENAE SIEMENS

REPRESENTANTES E DISTRIBUIDORES

SIEMENS

COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S. A. R. L.

LISBOA • AV. ALMIRANTE REIS, 65 ▪ PORTO • R. DAS CARMELITAS, 12



DEMAG

Aparelhos de elevação DEMAG

BASTA CARREGAR NO BOTÃO...

...A carga será fácilmente movimentada. O "Pequeno DEMAG", muito rápido, economiza mão de obra. Foi especialmente construído para movimentar pequenas cargas. Construção cuidada, ligeira e simultaneamente robusta.

Em todos os campos, seja na indústria, no artesanato ou no comércio, o diferencial "Pequeno DEMAG" encontra-se ao seu dispôr para lhe permitir economizar tempo e dinheiro. A sua amortização é rápida.

Peçam-nos documentação sobre o emprego do "Pequeno DEMAG".

O vosso sucesso será igualmente o nosso.

ROMAR
UMA ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

LISBOA Rua da Boa Vista, 81-C - 83-E Tel. PPC 67 21 61/2/3/4/5

PORTO Rua Sá da Bandeira, 589 Tel. 2 58 71

LOURENÇO MARQUES Av. Manuel de Arriaga, 55-1.º Tel. 4214

LUANDA Largo da República, 29 Tel. 4492

C. D. U. 543.21.061

SOBRE O USO DE SEQUESTRANTES NAS SEPARAÇÕES POR PRECIPITAÇÃO

J. J. R. FRAÚSTO DA SILVA
Eng. Químico (I. S. T.)
Doutor em Química (Oxford)

J. GONÇALVES CALADO
Bolseiro do I. A. C. (C. E. E. N.)

(Comissão de Estudos de Energia Nuclear — Centro de Química — I. S. T. — Lisboa)

Se bem que o uso de agentes sequestrantes na rotina analítica seja cada vez mais corrente, pouco ainda se sabe sobre as condições óptimas do seu emprego e a literatura sobre o assunto é extremamente reduzida.

As condições a que se terá que atender ao seleccionar um determinado agente sequestrante são, principalmente, a quantidade a usar, a velocidade da reacção, o solvente, a temperatura, a força iónica, os valores de pH e pM e, evidentemente, a natureza da reacção principal.

Recentemente, Cheng (1) examinou alguns destes aspectos estabelecendo um certo número de relações quantitativas. Este autor estava, porém, interessado na eficiência de agentes sequestrantes em relação a diversos tipos de reacções principais, e considerou ùnicamente um metal em solução. Ringbom (2) examinou também algumas das condições anteriormente indicadas fazendo uso do conceito de «constantes condicionais» mas, do mesmo modo, mais interessado na possibilidade de efectuar separações, do que pròpriamente nos aspectos operatórios da reacção.

Estudando um caso específico (a separação $Tl^{+} - Pb^{++}$ por precipitação do iodeto taloso mantendo o chumbo em solução por meio do ácido uramildiacético), Irving e F. da Silva (3) propuzeram a função r, igual à razão entre as concentrações de ião Pb^{++} e ião Tl^{+} em solução, no ponto em que esta está saturada de I Tl em equilíbrio com o precipitado e o I_2Pb a ponto de precipitar, para medir quantitativamente a eficiência da separação. O valor de r será tanto maior quanto maior essa «eficiência» e estes autores concluíram, um tanto empìricamente, que ela seria melhorada: *a*) diminuindo a concentração de ião iodeto, *b*) aumentando a concentração de complexante e *c*) tornando o cociente das constantes de estabilidade dos complexos de Pb^{++} e Tl^{+} com o agente sequestrante tão grande quanto possível.

No presente trabalho demonstra-se que estas conclusões não são inteiramente legítimas e que um tratamento matemático simples da função r permite não só estabelecer as anteriores conclusões em bases perfeitamentes rigorosas como enunciar princípios de aplicação geral nas reacções de separação por precipitação utilizando agentes sequestrantes.

Nomenclatura:

M_I^{+m} — ião do metal que se pretende manter em solução
M_{II}^{+n} — ião do metal que se pretende precipitar
L^{-q} — agente sequestrante
P^{-p} — agente precipitante
K_I — constante de estabilidade do complexo $M_I L^{(m-q)}$
K_{II} — constante de estabilidade do complexo $M_{II} L^{(n-q)}$
S_I — produto de solubilidade do sal $M_{I_p} P_m$
S_{II} — produto de solubilidade do sal $M_{II_p} P_n$

Como é evidente, vários casos se poderão apresentar, consoante as valências dos iões dos metais M_I e M_{II}, do agente sequestrante e do agente precipitante. Na dedução que se segue considera-se o caso mais geral, mas admite-se que se fòrmam apenas os complexos 1 : 1 com o ligante L, que aliás é o caso mais vulgar quando